



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



扫描二维码
共享立体资源

汽车转向、行驶和制动 系统检测诊断与修复

(第二版)

工作页式教材

中国汽车工程学会汽车应用与服务分会组织编写



主 编 王德良 李世伟

北京出版集团
北京出版社

汽车转向、行驶和制动系统检测诊断与修复

(第二版)

主 编 王德良 李世伟

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车转向、行驶和制动系统检测诊断与修复 / 王德良, 李世伟主编. —2 版. —北京: 北京出版社, 2021.6

高职十二五规划教材: 2014 版

ISBN 978-7-200-16288-2

I . ①汽… II . ①王… ②李… III . ①汽车—转向装置—车辆检修—高等教育—教材②汽车—制动装置—车辆检修—高等教育—教材 IV . ① U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 009518 号

汽车转向、行驶和制动系统检测诊断与修复 (第二版)

QICHE ZHUANXIANG、XINGSHI HE ZHIDONG XITONG JIANCE ZHENDUAN YU XIUFU (DI-ER BAN)

主 编: 王德良 李世伟

出 版: 北京出版集团

北京出版社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总 发 行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版 印 次: 2021 年 6 月第 2 版 2021 年 6 月第 1 次印刷

成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米

印 张: 12.5

字 数: 240 千字

书 号: ISBN 978-7-200-16288-2

定 价: 38.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393



目录

学习工作页

学习单元一 行驶系统的检修 / 2

- 学习任务一 车桥的检修 / 2
- 学习任务二 四轮定位的检查与调整 / 6
- 学习任务三 车轮与轮胎 / 17
- 学习任务四 轮胎的使用及维护 / 20
- 学习任务五 悬架的故障诊断 / 25

学习单元二 转向系统的检修 / 29

- 学习任务一 转向系统的保养与维护 / 29
- 学习任务二 转向系统主要组成部件的拆装与更换 / 32
- 学习任务三 转向系统典型故障的诊断与修复 / 36

学习单元三 电子控制被动安全系统的检修 / 41

- 学习任务一 安全气囊的更换 / 41
- 学习任务二 安全气囊故障灯点亮的故障诊断 / 45

学习单元四 制动系统的故障诊断与修复 / 49

- 学习任务 制动系统制动时异响的故障诊断 / 49

学习单元五 电子控制主动安全系统的检修 / 53

- 学习任务一 ABS 故障灯点亮的故障诊断 / 53
- 学习任务二 ESP 故障灯点亮的故障诊断 / 57

▶ 学习参考 ◀

学习单元一 行驶系统的检修	/ 62
学习任务一 车桥的检修	/ 62
学习任务二 四轮定位的检查与调整	/ 70
学习任务三 车轮与轮胎	/ 80
学习任务四 轮胎的使用及维护	/ 88
学习任务五 悬架的故障诊断	/ 96
学习单元二 转向系统的检修	/ 110
学习任务一 转向系统的保养与维护	/ 110
学习任务二 转向系统主要组成部件的拆装与更换	/ 113
学习任务三 转向系统典型故障的诊断与修复	/ 126
学习单元三 电子控制被动安全系统的检修	/ 154
学习任务一 安全气囊的更换	/ 154
学习任务二 安全气囊故障灯点亮的故障诊断	/ 157
学习单元四 制动系统的故障诊断与修复	/ 162
学习任务 制动系统制动时异响的故障诊断	/ 162
学习单元五 电子控制主动安全系统的检修	/ 173
学习任务一 ABS 故障灯点亮的故障诊断	/ 173
学习任务二 ESP 故障灯点亮的故障诊断	/ 179
参考文献	/ 188

XUEXI 学习工作页
GONGZUOYE



学习单元一

行驶系统的检修

行驶系统是整车上一个很重要的系统，通过对本单元的学习，学生能够准确描述行驶系统的功能、系统部件、构成、工作过程；能在常见车辆上找到行驶系统的各个零部件；能参照维修资料对行驶系统进行简单的检查与调整；能结合实物讲述行驶系统主要部件的工作过程；能对行驶系统的常见故障进行诊断和排除。

学习任务一 车桥的检修

任务描述

案例：车辆行驶跑偏。

一客户新购一辆雪铁龙爱丽舍轿车，行驶 23 500km，最近感觉车辆在行驶中方向盘不敢松手，尤其是在高速上，总觉得车辆向右偏斜，驾驶感觉很疲劳，遂到 4S 店咨询检修。

交接车检查：车主将汽车送到 4S 店后，首先填写了车主和车辆基本信息，随后前台维修接待人员对汽车的使用和保养情况进行了询问，车主反映该车使用正常，保养正常，没有发生过碰撞和剐蹭；经初步检查，外观没有明显的碰撞和剐蹭痕迹，接待人员填好维修接待单、注明故障现象后交由机修人员检查维修。

汽车进入机修区，根据故障现象，初步判定可能是前悬架或前轮连接故障，导致四轮定位参数发生变化，维修人员将车辆举升，晃动前轮检查，两前轮轮毂轴承及转向、上下悬挂连接销均无松旷等异常现象，上下摆臂无明显变形；随后，将车辆开上四轮定位检测仪做四轮定位检测，结果发现右前轮单独前束角度异常，进一步检查发现右下三角臂有轻微变形，请按规范对车桥进行必要的矫正，并给客户提出车辆使用意见。

学习目标

1. 能叙述车桥的功用、分类、组成。
2. 能描述车桥的基本结构。
3. 会查询汽车维修资料。
4. 能对车桥进行拆装和维修。
5. 能检查和判断车桥的常见故障。
6. 在与客户沟通车辆相关信息过程中，培养学生细心习惯与专注品格。



学习准备

一、知识内容

1. 车桥主要组成部件的结构、工作原理。
2. 车桥主要组成部件的拆解和装配规范。
3. 车桥主要组成部件的故障排除。

二、学习场境

一体化教室。

三、学习设备

车辆、车桥系统各种实物配件、维修工具等。



计划与实施

第一步：现场感受任务描述中的故障现象，观摩教师排除故障的过程。

第二步：收集车辆维修中的关键词，整理出执行任务所需的知识和技能。

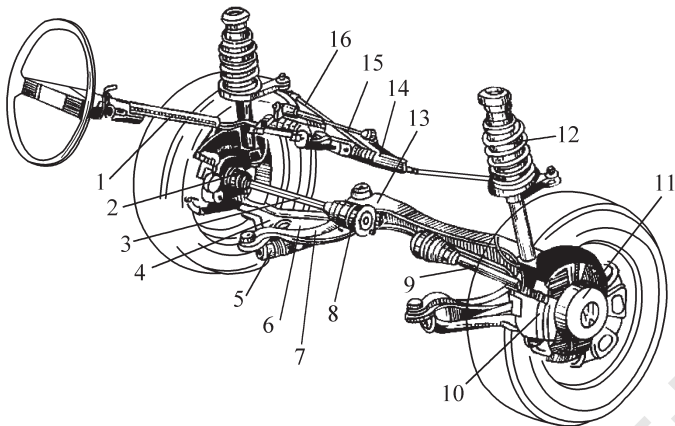
知识点	1.
	2.
	3.
	4.
技能点	1.
	2.
	3.
	4.

第三步：在教师的引导下，掌握相关知识，并回答下列问题。

1. 车桥的功能是什么？

2. 将下图中典型车桥的主要组成部件的名称填写在图中横线上。

- 1_____ 2_____ 3_____ 4_____ 5_____ 6_____
- 7_____ 8_____ 9_____ 10_____ 11_____ 12_____
- 13_____ 14_____ 15_____ 16_____



典型车桥主要组成
部件的名称

第四步：在教师的引导下，学习相关技能，并填写下表。

序号	检查项目	检查结果		故障点确定
		是	否	
1	半轴内球笼			
2	半轴外球笼			
3	外防尘罩			
4	内防尘罩			
5	半轴轴承			



评价与反馈

一、填空题

1. 车桥通过_____和车架相连，两端安装_____。
2. 车桥的功用是_____。
3. 根据悬架结构的不同，车桥分为_____和_____两种；根据车轮作用的不同，又分为_____、_____、_____和支承桥等四种。
4. 转向桥是利用_____使车轮可以偏转一定的角度，以实现_____。
5. 转向桥主要由_____、_____、_____和_____等构成。

二、实践考核

学生查阅手册，完成下列工作单。

工作单

课程名称：_____ 姓名：_____ 班级：_____ 日期：_____

项目一：车桥的检修

车 型：_____

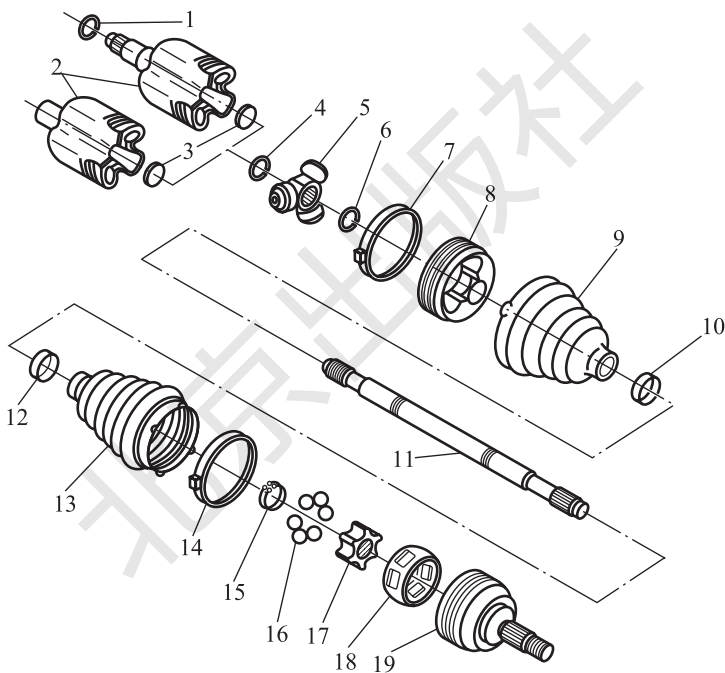
车桥类型：_____

一、课程内容复习

1. 车桥有什么作用？
2. 车桥的分类，各有什么优、缺点？

二、实施过程

查阅手册，指出下图各个编号的名称。



1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____
 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10 _____ 11 _____ 12 _____
 13 _____ 14 _____ 15 _____ 16 _____ 17 _____ 18 _____
 19 _____

三、主要评价指标

序号	项目名称		
1	工具使用，操作规范性		
2	操作现场整洁		
3	自我评价		

学习任务二 四轮定位的检查与调整

任务描述

一辆××型轿车在行驶过程中出现两前轮胎偏磨情况，来到修理厂进行维修。请在3小时内完成对该车故障的检修，并对客户提出车辆使用建议。

学习目标

1. 能阐述四轮定位中各参数的意义及作用。
2. 能对车轮定位参数进行基本检查及调整。
3. 能根据故障现象正确分析故障原因，诊断思路清晰。
4. 可以编写相关的诊断流程和维修工艺文件。
5. 可以熟练使用各种检测和维修设备。
6. 在操作四轮定位设备过程中，培养学生精益求精的工匠精神。



学习准备

一、知识内容

1. 四轮定位参数的含义、工作原理。
2. 四轮定位参数的检测方法。
3. 四轮定位参数的故障排除。

二、学习场境

一体化教室。

三、学习设备

车辆、主要部件的实物配件、维修手册、维修工具等。



计划与实施

第一步：现场感受任务描述中的故障现象，观摩教师排除故障的过程。

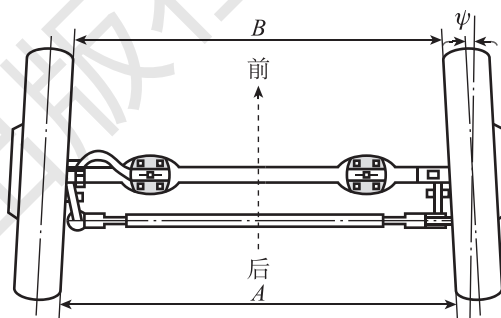
第二步：收集车辆维修中的关键词，整理出执行任务所需的知识和技能。

知识点	1.
	2.
	3.
	4.
技能点	1.
	2.
	3.
	4.

第三步：在教师的引导下，掌握相关知识，并回答下列问题。

1. 简述四轮定位参数的意义。

2. 结合右图说说前束的定义。



前束示意图

第四步：在教师的引导下，学习相关技能，并完成任务。

1. 四轮定位检测前的准备。

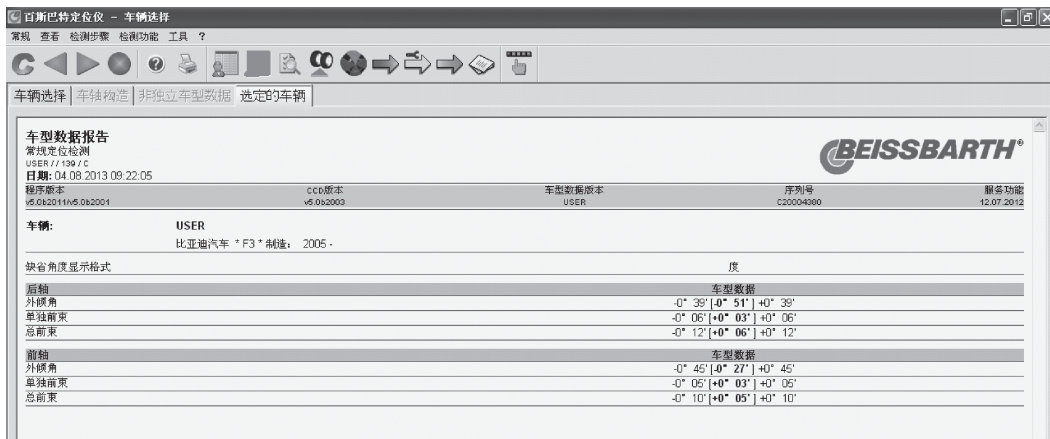
(1) 将汽车开上举升平台，托起四个车轮，把汽车举升 0.50m。

(2) 托起车身适当部位，把汽车举升至车轮能自由转动。

(3) 按下面表格中的被检车辆的检查项目进行检查调整，并填写下表。

序号	被检车辆的检查项目	检查结果		维修、调整
		是	否	
1	轮胎气压正常			
2	前后轮胎磨损情况基本一致			
3	悬架完好，无松旷等现象			
4	转向系调整适当			
5	汽车前后高度与标准值的差不大于5mm			
6	制动系工作正常			

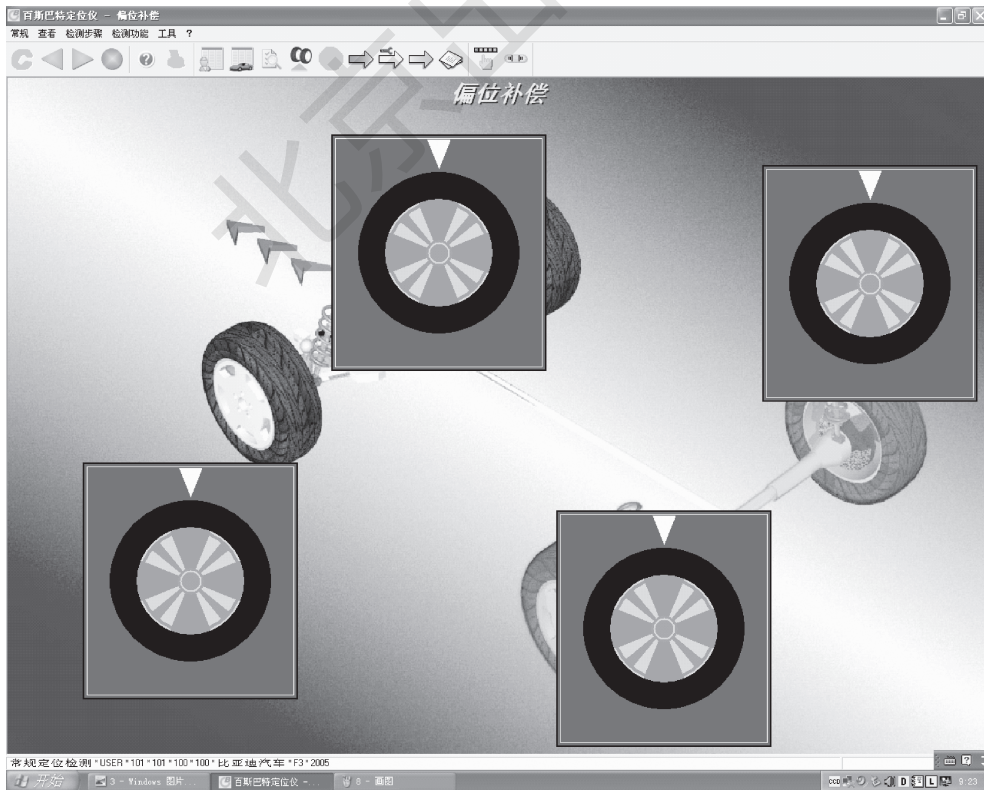
继续点击▶出现以下界面：显示该车型的标准定位参数。



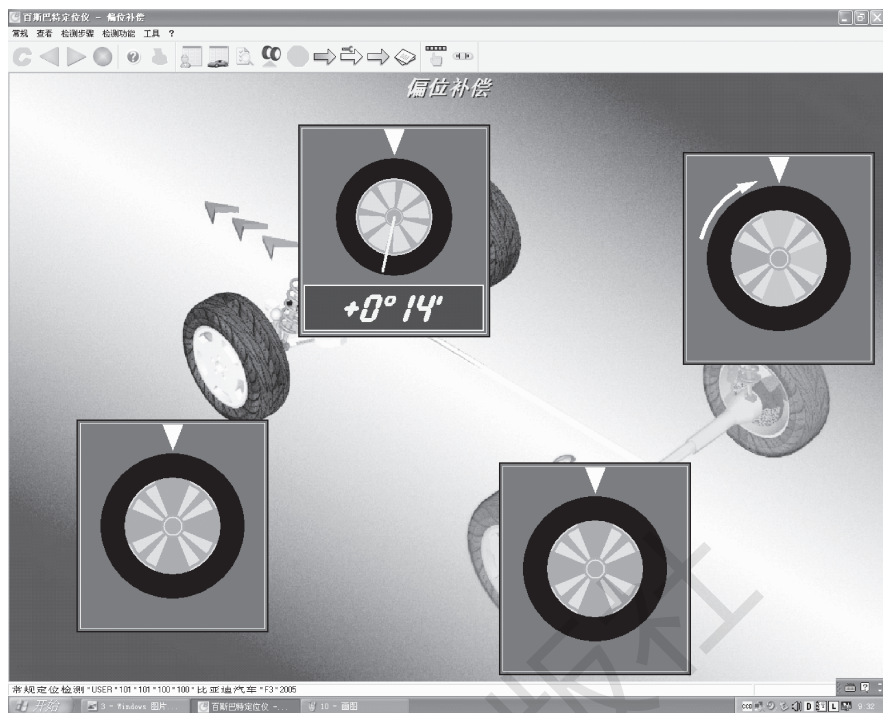
检测 -3

(3) 降下汽车，使车轮落到平台上，把汽车前部和后部向下压动 4~5 次，进行压力弹跳。

(4) 将转向盘处于直线行驶位置，举起汽车并使每个车轮旋转一周，即将轮辋变形的误差输入计算机，从而完成对轮辋变形的补偿。(按箭头方向每转四分之一转按一下补偿计算按钮)

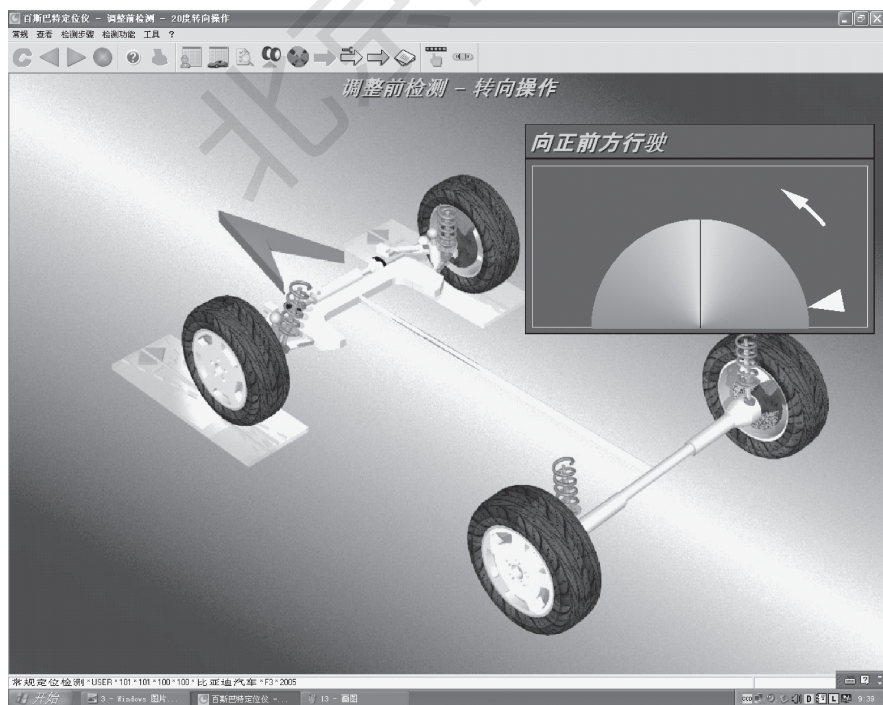


检测 -4

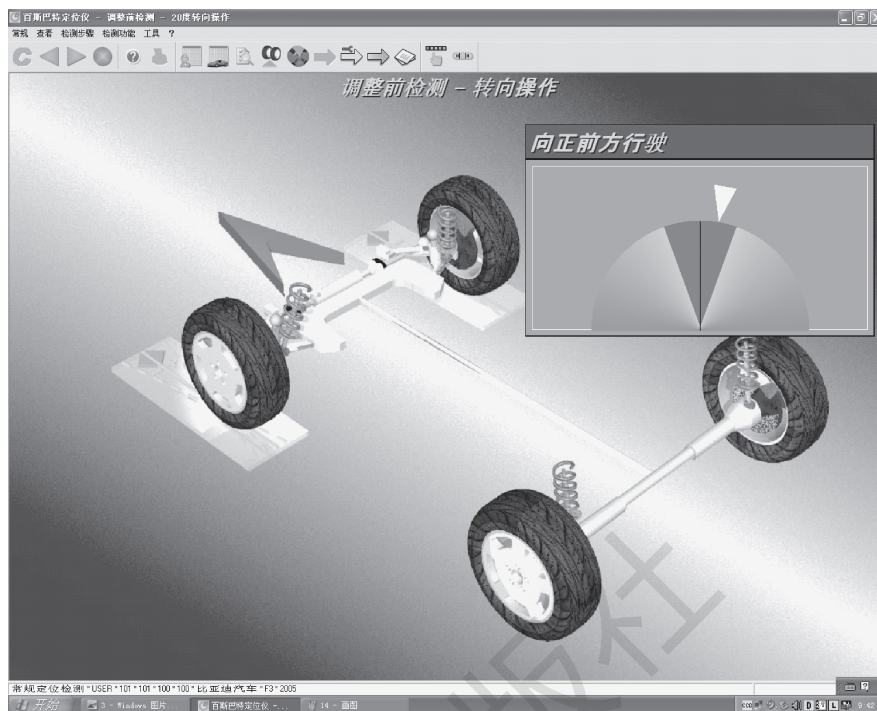


检测 -5

- (5) 用刹车锁压下制动踏板，使汽车处于制动状态。
- (6) 按图示转动转向盘，并将转向盘对中。

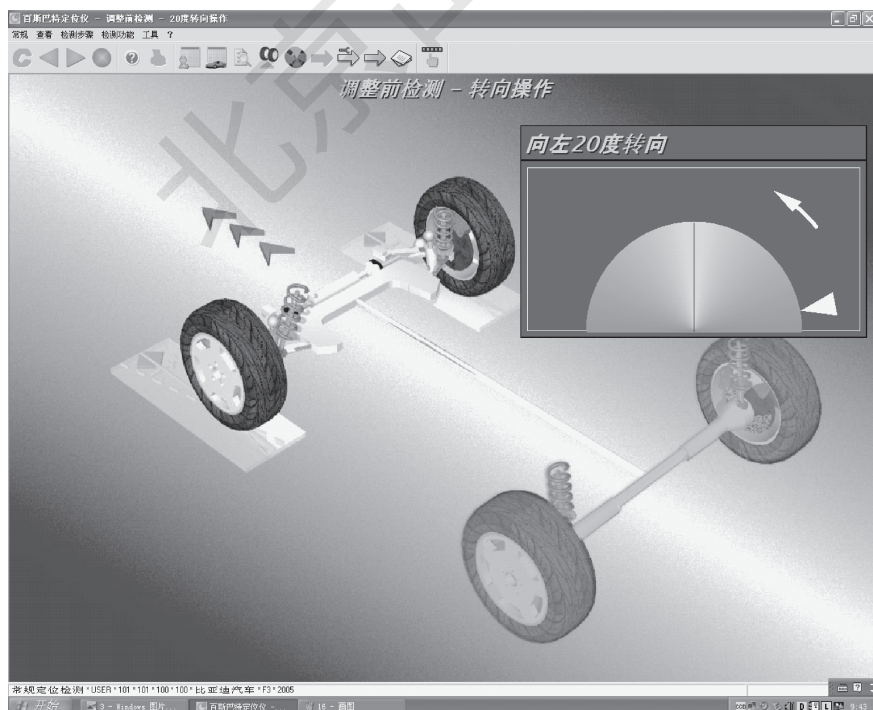


检测 -6

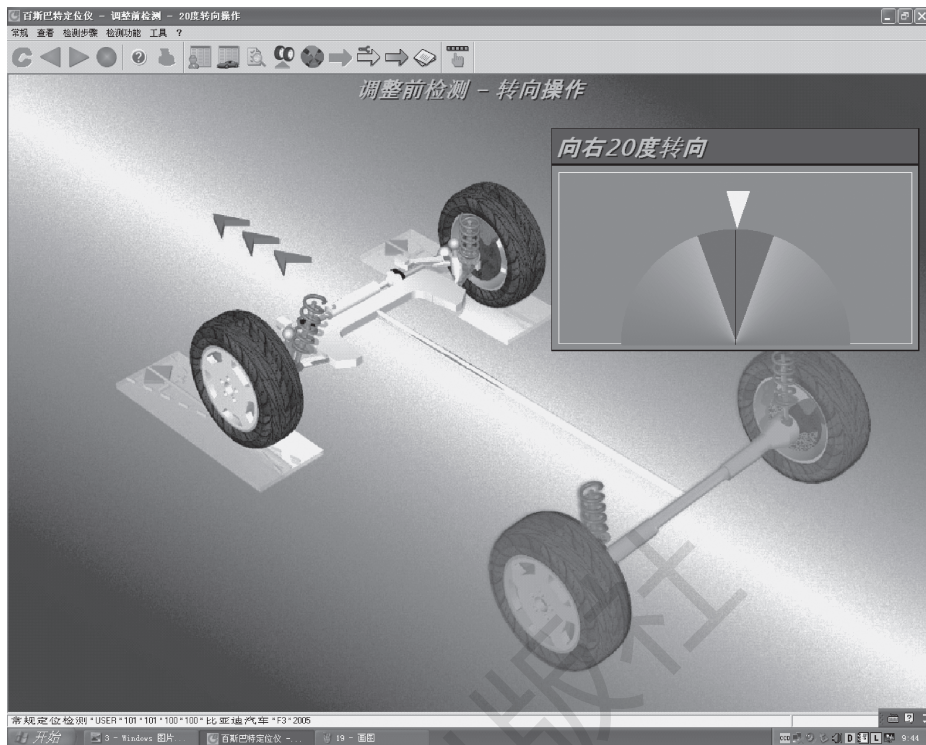


检测-7

(7) 按照图示分别将转向盘向左、右各转动 20° 。

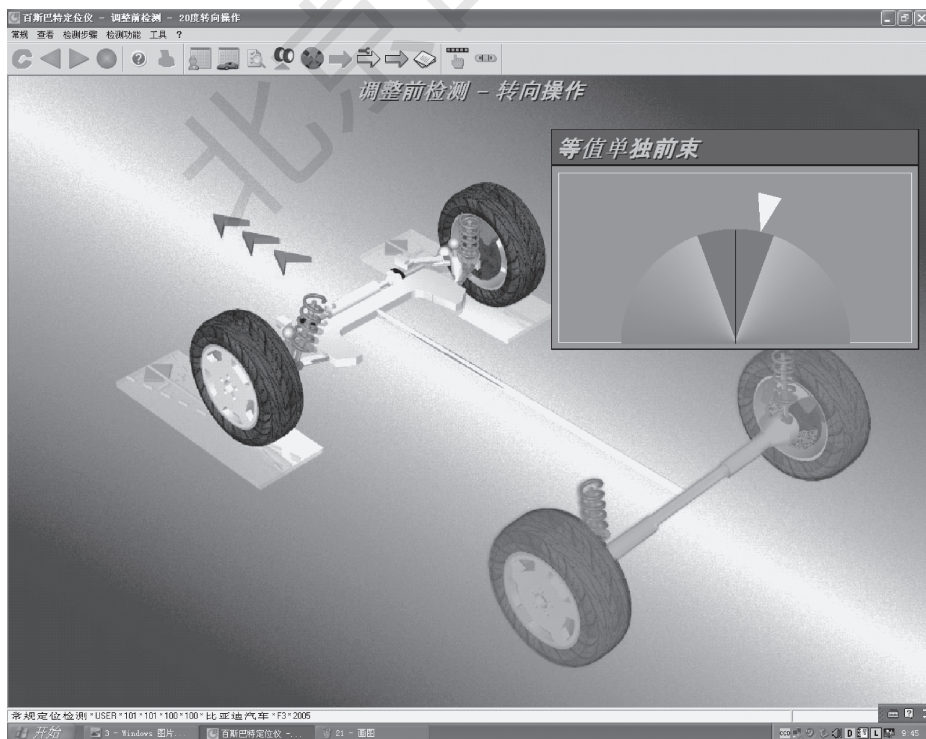


检测-8

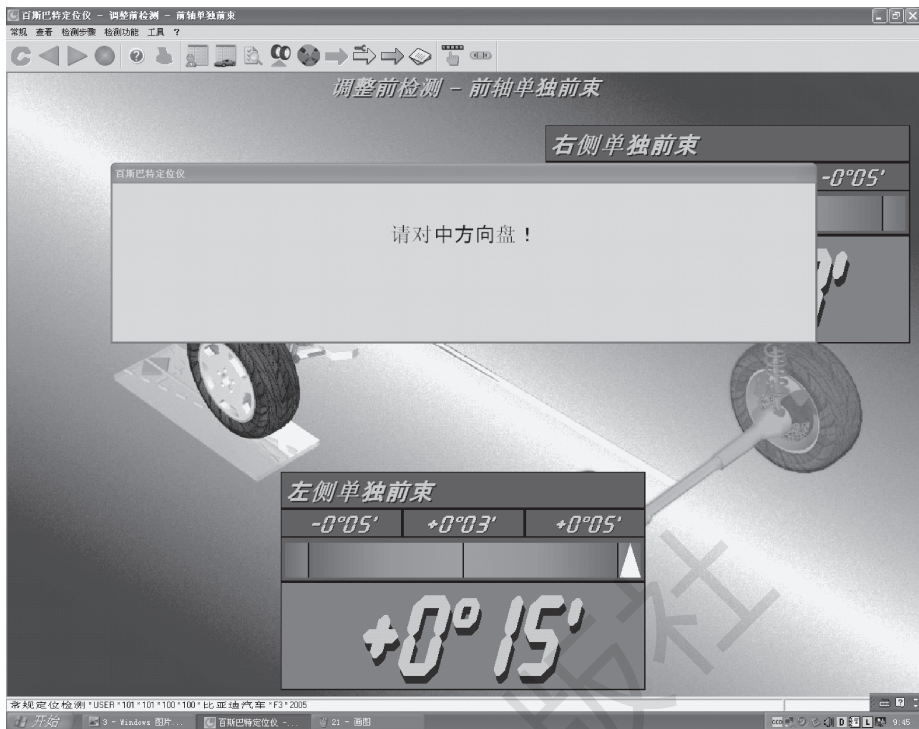


检测 -11

(8) 等值单独前束检测。



检测 -12



检测-13

(9) 将转向盘处于直线行驶位置, 用转向盘锁锁住转向盘, 使之不能转动。把安装在四个车轮上的定位校正头调到水平线上, 计算机屏幕上显示出转向轮的主销后倾角、主销内倾角、前轮外倾角和前束。

(10) 如果数值不正确, 可按计算机屏幕的显示进行调整, 并在调整后按上述方法重新检测。

 评价与反馈

一、名词解释

1. 转向轮的自动回正作用
2. 主销后倾角 γ
3. 主销内倾角 β

4. 前轮外倾角 α

5. 前轮前束

二、实践考核

教师引导学生查阅手册，学生根据提示完成下列工作单。

工作单

课程名称：_____ 姓名：_____ 班级：_____ 日期：_____

项目二：四轮定位的检查与调整

车 型：_____

轮毂类型：_____

一、课程内容复习

1. 简述四轮定位的参数。

2. 简述四轮定位的意义。

二、实施过程

1. 思考在什么情况下需考虑做四轮定位。

2. 查阅手册，确定麦弗逊式悬架定位参数的调整方法。

某品牌车型车轮定位规格

操作	维修允许值	维修优选值
前悬架		
外倾（横向）（2.4L发动机车型）	-1.2~-0.2	-0.7
外倾（横向）（3.0L发动机车型）	-1.44~-0.44	-0.94
主销纵倾（横向）	2.57~3.57	3.07
前束（总）	-0.1~0.3	0.1
后悬挂		
外倾（横向）（2.4L发动机车型）	-1.1~-0.1	-0.6
外倾（横向）（3.0L发动机车型）	-1.37~-0.37	-0.87
后轮前束（总）（2.4L发动机车型）	-0.1~0.3	0.1
后轮前束（总）（3.0L发动机车型）	-0.1~0.3	0.1

注：其中前轮前束和后轮前束为售后可调整参数，其他不可调，仅作为悬架部件故障判断的参考。

学习任务三 车轮与轮胎

任务描述

客户报修：车辆轮胎块状磨损。

客户发现其车辆轮胎块状磨损影响行车安全。其别克凯越轿车行驶 42 000km，最近发现车身发抖，前右轮胎磨损明显不均，且有块状磨损，遂报修。

交接车检查：维修接待人员在接待时，经询问车主，车主反映该车未发生过碰撞和剐蹭，平时都在 4S 店保养，但车主回忆，前段时间驾车外出时，轮胎不小心扎破了，当时条件所限，就找了个路边店进行修补，事后也没有觉得有啥变化。做好登记和记录后，将车交给接车师傅。

机修师傅接车后根据故障现象，经进一步试车发现，汽车在超过 70km/h 车速时出现抖动。初步断定有可能是轮胎不平衡导致车身抖动，并导致轮胎磨损异常，对此现象给车主提出维修建议。

学习目标

1. 能够准确地讲述车轮、轮胎的作用。
2. 能解释车辆装备轮胎的技术参数的含义。
3. 能按照维修手册的技术规范对车轮和轮胎进行简单的检查和部件的更换。
4. 能对轮胎和车轮的常见故障进行诊断和排除。
5. 在获取车轮状态参数过程中，培养学生团队合作品质和精益求精的工匠精神。



学习准备

一、知识内容

1. 车轮的类型、功用、组成。
2. 轮胎的分类与规格。

二、学习场境

一体化教室。

三、学习设备

多媒体教室，各主要部件实物、维修工具等。



评价与反馈

一、填空题

1. 汽车轮胎按胎内压力的大小, 分为_____、_____、_____三种, 目前轿车、货车几乎全部采用_____。
2. 充气轮胎按胎体中帘线排列的方式的不同, 分为_____、_____和_____三种。
3. 普通斜交胎的外胎由_____、_____、_____及组成, _____是外胎的骨架, 用以保持外胎的形状和尺寸。

二、实践考核

教师引导学生查阅手册, 学生根据提示完成以下工作单。

工作单

课程名称: _____ 姓名: _____ 班级: _____ 日期: _____

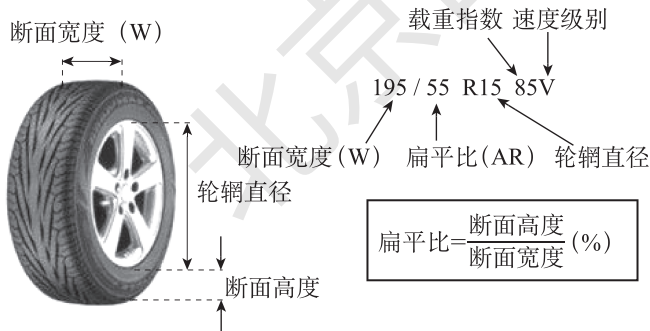
项目三: 车轮与轮胎的检修

车 型: _____

轮胎类型: _____

一、课程内容复习

参照下图解释 225/55R17 的含义。



解释 225/55R17 的含义

二、实施过程

轮胎异常磨损及处理方法:

1. 检查前轮胎磨损; 检查后轮胎磨损。
2. 如果下列情况明显, 应调换轮胎。
 - (1) 任何轮胎花纹有不均匀的横向磨损。
 - (2) 轮胎左、右侧磨损不均衡。
 - (3) 定期保养间隔。



学习准备

一、知识内容

1. 轮胎动平衡的原理。
2. 不平衡对车辆性能的影响。

二、学习场境

一体化教室。

三、学习设备

车辆、车轮、平衡块、维修工具等。



计划与实施

第一步：现场感受任务描述中的故障现象，观摩教师排除故障的过程。

第二步：收集车辆维修中的关键词，整理出执行任务所需的知识和技能。

知识点	1.
	2.
	3.
	4.
技能点	1.
	2.
	3.
	4.

第三步：在教师的引导下，掌握相关知识，并回答下列问题。

1. 更换轮胎有哪些注意事项？
2. 简述轮胎的常见故障及其原因。

第四步：在教师的引导下，学习相关技能，并填写下表。

序号	检查项目	检查结果		故障点确定
		是	否	
1	轮胎花纹深度是否符合要求			
2	轮胎侧壁是否有划伤			
3	轮胎压力是否符合要求（包括备胎）			
4	轮胎有何种形式的磨损			
5	轮辋是否有变形			



评价与反馈

一、简答题

1. 车轮静平衡与动平衡之间的关系是什么？
2. 车轮动不平衡会产生什么后果？

二、实践考核

更换一辆在用的轿车，学生按照技术要求对车轮进行检查，并填写下面的工作单。

工作单

课程名称：_____ 姓名：_____ 班级：_____ 日期：_____

项目四：车轮平衡的检测与调整

车 型：_____
轮毂类型：_____

一、课程内容复习

汽车上哪些部件有动平衡要求？为什么？

二、实施过程

轮胎平衡准则

静平衡和动平衡属于两种轮胎 / 车轮平衡的概念。

静平衡也称为单面平衡，影响车轮圆周上的重量分布。

动平衡也称为双面平衡，影响轮胎 / 车轮中心线两侧的重量分布。

多数平衡机能够同时检查这两种平衡。

续表

一般来说,多数车辆对静失衡的敏感性比动失衡强。仅 14~21 克(0.50~0.75 盎司)就会使某些车辆产生振动。静失衡导致的振动会使轮胎产生垂直或跳跃运动。参见右图。

动失衡会导致轮胎侧向往复运动或摆振。

尽可能将四个轮胎平衡到零。

认真遵守车轮平衡机制造厂提供的说明书,采用正确的安装方式来安装不同类型的车轮。

售后加装车轮,特别是采用通用花纹的车轮,是跳动和装配故障的潜在原因。

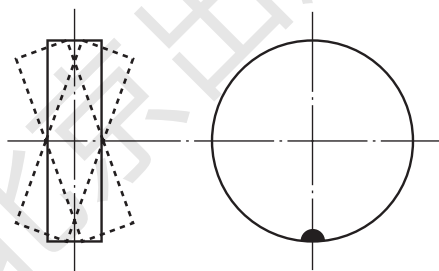
在铝质车轮上要采用正确的涂层配重。

在经过校准和安装后,应重新测试轮胎和车轮总成的跳动是否过大。

在投诉的速度下评价车辆,并注意振动是否得到纠正。

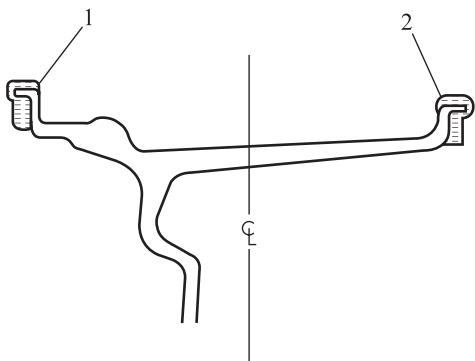
如果振动仍然存在,或虽然减小但仍不能接受,要考虑如下可能:

- (1) 车辆上失衡。
- (2) 径向或横向力的变动,如下图所示。



车轮配重的使用方法

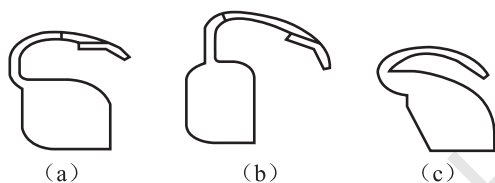
平衡车轮的两种方法是动平衡法和静平衡法。在采用动平衡法时,按轮胎平衡机指定的位置,将卡住式配重装在内侧轮辋法兰 2 和外侧轮辋法兰 1 上。在使用静平衡法时,如果配重为 28 克(1 盎司)或以下,则将配重装在内侧轮辋法兰 2 上;如果平衡车轮需要的配重超过 28 克,则将需要的总配重分配到内侧轮辋法兰 2 和外侧轮辋法兰 1 上。参见右图。



续表

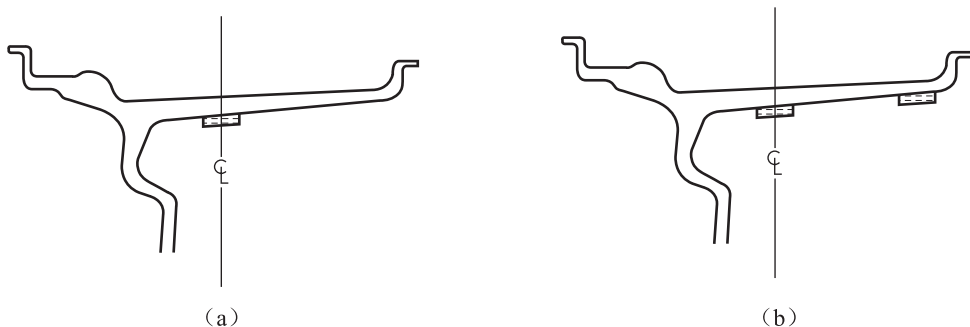
重要注意事项

在原厂铝质车轮上，必须使用专用聚酯涂层卡住式平衡配重。聚酯涂层车轮配重可以降低腐蚀或损坏铝质车轮的可能性。两种认可的车轮配重类型为 MC [下图 (a)] 和 AW [下图 (b)]，类型 P [下图 (c)] 车轮配重可供钢质车轮使用，不能用在铝质车轮上（见下图）。轮辋法兰的轮廓决定了应该采用的车轮配重类型。卡子应牢固卡在轮辋法兰上。配重应贴紧轮辋法兰的轮廓。安装聚酯涂层车轮配重时，应使用塑料头手锤，以防止聚酯涂层损坏。



黏结车轮配重 (a) (b) 也可用于铝质车轮上（见下图）。按如下程序安黏结接车轮配重。

1. 确定车轮重量在车轮上的位置。
2. 确保车轮配重与制动器部件之间具有足够的间隙。
3. 用清洁的抹布或纸巾，沾上通用清洁剂擦拭该部位；再用 50% 异丙基乙醇水溶液擦拭，以消除所有残留物。
4. 用热风干燥该部位，直到车轮表面烫手。
5. 预热车轮配重上的背面胶至室温。
6. 撕下保护层，露出车轮配重上的胶带；不得触摸胶带。
7. 将车轮配重放到车轮上。用手按压，使其就位。
8. 用辊轮，施加 90 牛顿（21 磅）的力，将车轮配重固定在车轮上。



续表

(a) 失衡位置

90 180 270 360 90

(b) 产生离心力的方向

三、主要评价指标

序号	项目名称		
1	工具使用, 操作规范性		
2	操作现场整洁		
3	自我评价		

学习任务五 悬架的故障诊断

任务描述

客户报修：车辆减震效果变差。

一客户有一辆桑塔纳志俊，已行驶 92 300km，最近在行驶的过程中感觉前减震效果变差，过减速带或路桥结合部时，感觉车身振动严重，悬架处有撞击声，遂到 4S 店报修。

交接车检查：维修接待人员仔细询问了故障状况，据车主反映，前段时间因发现前减震器漏油，在修理厂进行过维修，维修时师傅要求更换减震器，当时因为修理厂没有配件，自己在网上买了两个前减震器换上。刚开始还好，就是最近减震效果突然变差，不知道什么原因。前台接待做好记录后，将车辆及维修记录卡交给机修人员。

机修师傅接车后，依据车主描述，初步断定是减震器故障，车辆举升后，检查悬架各连接部位正常，减震器没有漏油痕迹，外观也没有明显异常，但在用千斤顶顶起前轮下摆臂时，明显感觉减震很硬，减震器阻力较大，于是将减震器拆下做进一步检查，发现减震器活塞杆有弯曲的迹象，用跳表检查其径向跳动量，远超标准，针对此故障现象，对车主提出了维修建议。

第三步：在教师的引导下，掌握相关知识，并完成下列知识的填写。

1. 独立悬架与非独立悬架：

2. 汽车上使用的典型弹簧：

第四步：在教师的引导下，学习相关技能，并填写下表。

序号	检查项目	检查结果		故障点确定
		是	否	
1	螺旋弹簧有无变形			
2	橡胶缓冲块有无老化破损			
3	减震器有无漏油迹象			
4	按压汽车前部，车辆回弹是否迅速			
5	稳定杆、连接杆是否变形			



评价与反馈

一、填空题

1. 悬架一般由_____、_____和_____三部分组成。
2. 汽车悬架可分为_____和_____两大类。
3. 钢板弹簧的第一片（最长的一片）称为_____，两端弯成卷耳，包在第一片卷耳的外面，称为_____。
4. 目前，常用的副簧有_____、_____和_____三种。
5. 横向稳定器的作用是_____。
6. 减震器装在_____与_____之间。

二、实践考核

工作单

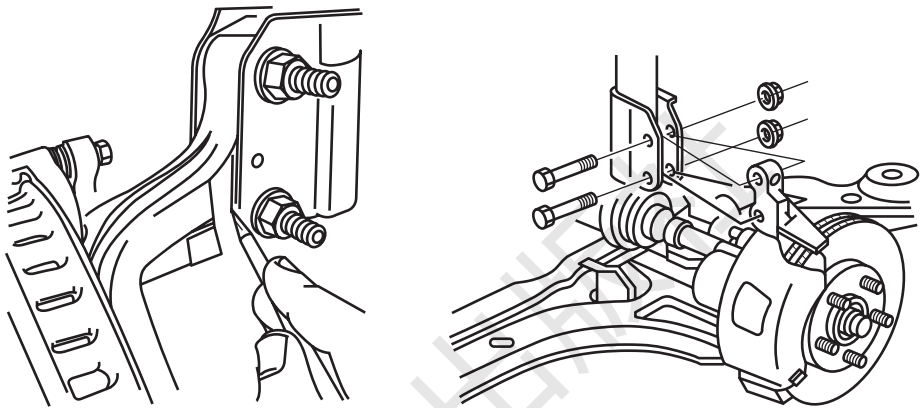
课程名称：_____ 姓名：_____ 班级：_____ 日期：_____

项目五：悬架的故障诊断	车 型：_____ 悬架类型：_____
一、课程内容复习 1. 简述悬架的分类及其优缺点。 2. 麦弗逊式悬架有哪些主要零部件？	

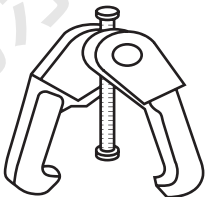
续表

二、实施过程

- 1. 汽车行驶中悬架过软应如何诊断？
- 2. 写出前悬架噪声的诊断流程。
- 3. 转向节的更换。



- (1) 拆下前下控制臂球头螺栓与转向节连接开口销及螺母。
- (2) 使用专业工具（见下图），把前下控制臂球头螺栓从前部转向节中分离开来。



J24319-B万能转向机拉杆拔出器

- (3) 从转向节上拆下外转向横拉杆。将支柱作标记于转向节上，拆下支柱与转向节的连接螺栓。
- (4) 从车辆上拆下转向节。

三、主要评价指标

序号	项目名称		
1	工具使用，操作规范性		
2	操作现场整洁		
3	自我评价		

XUEXI 学习参考
CANKAO



学习任务一 车桥的检修



相关知识

一、行驶系的分类、组成和功用

汽车行驶系一般有轮式、履带式、车轮—履带式等几种。绝大多数的车辆经常比较坚固的道路上行驶，其行驶系中直接与路面接触的部分是车轮，因此称之为轮式行驶系。有的车辆行驶系中直接与路面接触的部分是履带，则称之为履带式行驶系，如图 1-1-1 所示。

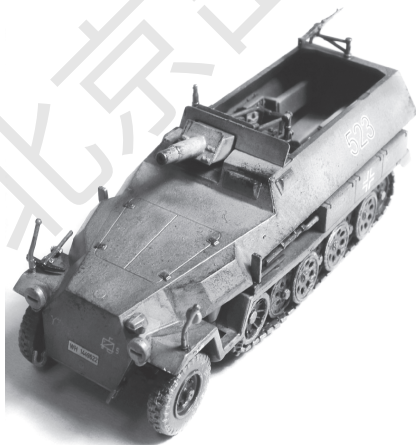


图 1-1-1 半履带式运兵车

轮式行驶系一般由车架、车桥、车轮和悬架这四部分组成，如图 1-1-2 所示，前、后车轮分别安装在前、后车桥上，车桥又通过前、后悬架与车架相连接，车架是整个车辆的装配基体，这样，行驶系就联结成一个整体，构成了车辆的装配基础。

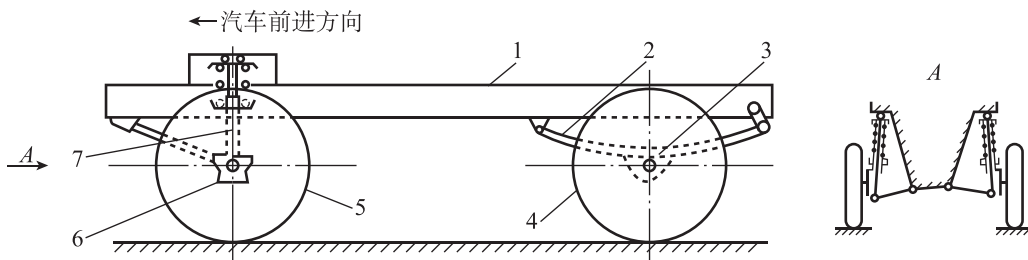


图 1-1-2 轮式行驶系的一般组成示意图

- 1—车架；2—后悬架（钢板弹簧非独立悬架）；3—后桥；
4—后轮；5—前轮；6—前桥；7—前悬架（麦弗逊式独立悬架）

行驶系的主要作用是将传动系传来的转矩转化为车辆行驶的驱动力；将车辆构成一个整体，支承车辆的总质量；承受并传递路面作用于车轮上的力和力矩；减小振动、缓和冲击，保证车辆平顺行驶；与转向系配合，以正确控制车辆的行驶方向。

二、行驶系的受力分析

汽车行驶系支承车辆的总质量 G_a 及其在前、后轮上引起的垂直反力 Z_1 和 Z_2 ，即路面对于车辆总质量的支撑反力，如图 1-1-3 所示。

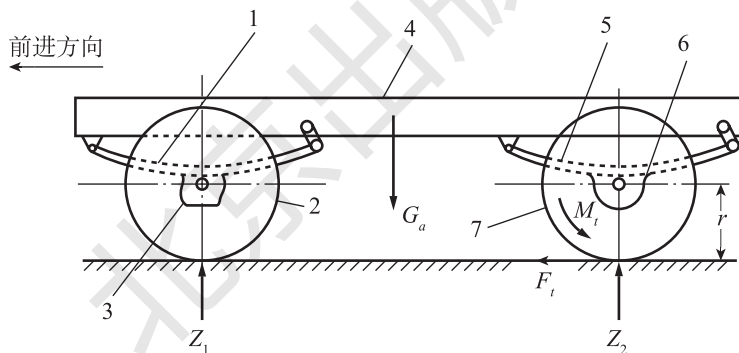


图 1-1-3 行驶系受力分析图

- 1—前悬架；2—前轮；3—从动桥；4—车架；5—后悬架；6—驱动桥；7—后轮

当驱动桥中的半轴将扭矩 M_t 传到驱动轮上时，通过轮胎与路面的附着作用，产生路面作用于驱动轮边缘上的向前的纵向反力——驱动力 F_t 。

在等速行驶的情况下，驱动力的一部分用以克服驱动轮本身所承受的滚动阻力，其余的大部分则依次经驱动桥的桥壳后悬架传到车架，用来克服车辆上的空气阻力和上坡阻力，还有一部分驱动力再由车架经前悬架传到从动桥，作用在自由支承在从动桥两端转向节上的从动轮的中心，使从动轮克服滚动阻力向前滚动。于是整个车辆便向前运动。

由于驱动力是作用在驱动轮边缘上的，此力对车轮中心产生的反力矩图使驱动桥壳旋转，从而使得车架连同整个车辆前部都有向上抬起的趋势。具体表现为前轮上的

垂直载荷减小，后轮上的垂直载荷增大。同理，车辆制动时产生的制动力，由车轮经车桥和悬架传给车架，迫使车辆减速或停车。由此力形成的反力矩传到车架后，也有使汽车后部向上抬起的趋势，其结果是使后轮上的垂直载荷减小，前轮上的垂直载荷增大。

车辆在弯道上或横向坡上行驶时，车轮与路面之间产生了侧向力，此力也是由行驶系传递和承受的。

三、车桥的作用

车桥两端安装车轮，其通过悬架与车架相连。当车辆行驶时，车轮受到的滚动阻力、驱动力、制动力和侧向力及其弯矩和扭矩均通过车桥传递给悬架和车架，同时，车架上的载荷也通过车桥传递给车轮。故车桥的作用是安装车轮、传递车架与车轮之间各个方向的作用力及其产生的弯矩和扭矩。

四、车桥的类型

根据悬架结构形式，车桥分为整体式车桥（非断开式车桥）和断开式车桥两种。

整体式车桥与非独立悬架配合使用；断开式车桥与独立悬架配合使用。

根据车轮作用的不同，车桥又可分为转向桥、驱动桥、转向驱动桥和支承桥四种类型。

转向桥和支承桥都属于从动桥，一般货车的前桥多为转向桥，后桥或中、后两桥为驱动桥；越野汽车的前桥为转向驱动桥；一般轿车用前轮驱动，所以前桥为转向驱动桥，后桥为支承桥；挂车的车桥为支承桥。

1. 转向桥

转向桥由前轴、转向节、主销和轮毂等四部分组成，如图 1-1-4 所示。

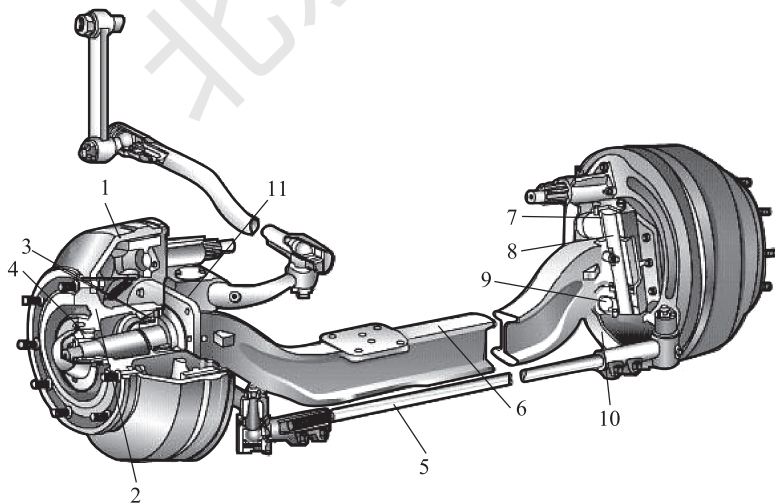


图 1-1-4 整体式转向桥

- 1—制动鼓；2—轮毂；3、4—轮毂轴承；5—转向节臂；
6—油封；7—衬套；8—主销；9—滚子止推轴承；10—前轴；11—转向节

(1) 前轴

前轴由钢材锻造而成,一般采用工字形断面,两端略呈方形,前轴中部向下凹,两端向上翘起呈拳形,其中有通孔,主销插入孔内可将前轴与转向节铰接。前轴上平面有两处用以支承钢板弹簧的加宽面,其上钻有安装 U 形螺栓的通孔和钢板弹簧定位坑。

(2) 转向节

转向节由上、下两叉和支承轮毂的轴构成,两叉制有安装主销的同轴孔,孔内压入青铜套或尼龙衬套,在衬套上开有润滑油槽。转向节轴上有两道轴颈,内大外小,用来安装内、外轮毂轴承。靠近两叉根部有呈方形的凸缘,其上的通孔用来固定制动底板。一般在左、右转向节的下叉上各有一个带键槽的锥孔,分别用来安装左右梯形臂,在左转向节的上叉上也有一个带键槽的锥孔,用以安装转向节臂。

(3) 主销

主销的作用是铰接前轴与转向节,使转向节绕着主销摆动以实现车轮转向。常见的主销形式有实心圆柱形、空心圆柱形、圆锥形和阶梯形四种。主销中部一般都切有四槽,并通过带螺纹的楔形销将主销固定在前轴拳部孔内,使之不能转动。

(4) 轮毂

轮毂用于连接制动鼓、轮盘和半轴凸缘,它通过内外两个圆锥滚柱轴承装在转向节轴颈上。轴承的松紧度可通过调整螺母加以调整,调整后用锁紧垫圈锁紧。在轮毂外端装有端盖,以防止泥水和尘土浸入;内侧装有油封、挡油盘,以防止润滑油进入制动器。

2. 转向驱动桥

转向驱动桥是能够实现车轮转向和驱动两种功能的车桥,一般应用于全轮驱动的越野汽车上或前置前驱轿车上。它既具有一般驱动桥所具有的主减速器、差速器和半轴,也具有一般转向桥所具有的转向节、主销和轮毂等。

图 1-1-5 为整体式转向驱动桥,由于转向的需要,半轴被分成两段:内半轴(与差速器相连)和外半轴(与轮毂相连),二者用等角速万向节连接起来。同时,主销也因此分成上、下两段,分别固定在万向节的球形支座上,转向节轴颈部分做成空心的,外半轴从中穿过。

转向节的连接叉是球状壳体,它既能满足转向的需要,又适应了转向节的传力需求。

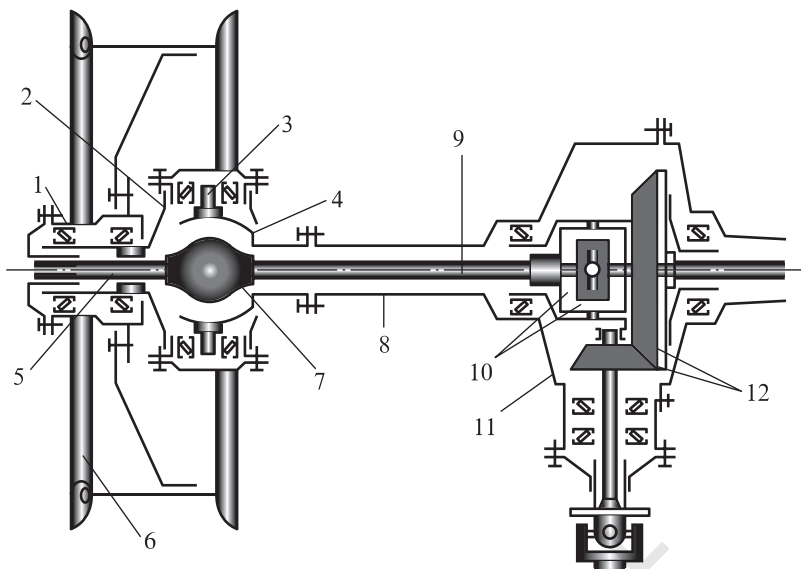


图 1-1-5 整体式转向驱动桥的结构

1—轮毂；2—转向节壳体；3—主销；4—球形支座；5—外半轴；6—车轮；
7—万向节；8—半轴套管；9—内半轴；10—差速器；11—主减速器壳；12—主减速器

图 1-1-6 为上海桑塔纳轿车的断开式转向驱动桥的结构。

断开式转向驱动桥没有实际的车轴，一般我们将汽车静止时两前轮回转中心的连线看作是车轴（虚拟的）。

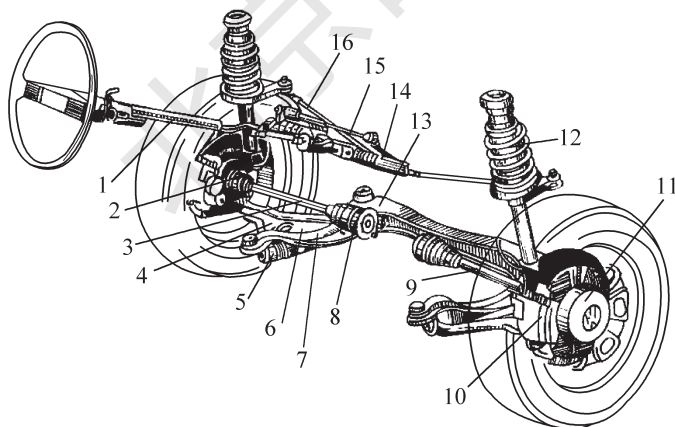


图 1-1-6 上海桑塔纳轿车的断开式转向驱动桥的结构

1—转向柱；2—外等角速转向节；3—左传动轴（半轴）；4—悬架摆臂；5—悬架臂销轴；
6—横向稳定杆；7—发动机悬臂；8—内等角速万向节；9—右传动轴（半轴）；10—制动钳；
11—外半轴凸缘；12—减震器支柱；13—支架；14—转向器；15—转向减震器；16—横拉杆

3. 支承桥

既无转向功能又无驱动功能的桥称为支承桥，前置前驱轿车的后桥为典型的支承桥。支承桥的组成如图 1-1-7、图 1-1-8 所示。

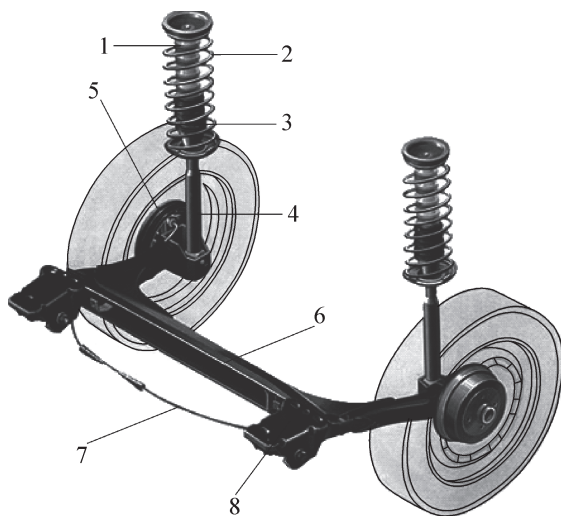


图 1-1-7 桑塔纳轿车后桥与后悬架

1—缓冲限位块；2—弹簧；3—橡胶护罩；4—减震器；5—制动器；
6—后桥焊接总成；7—手制动拉索；8—橡胶—金属支承座

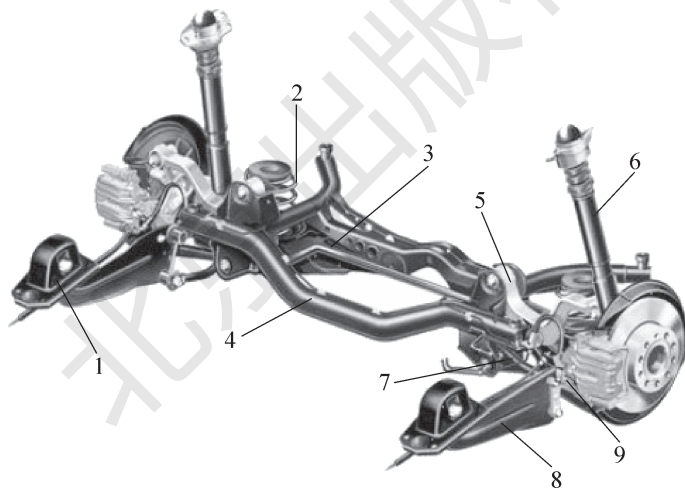


图 1-1-8 PQ35 系列车型的后支承桥（螺旋弹簧）

1—支架；2—螺旋弹簧；3—稳定杆；4—副车架；5—上横摆臂；
6—减震器；7—横拉杆；8—纵摆臂；9—下横摆臂

五、车桥的检修

（一）转向桥的检修

1. 转向桥的拆卸与装配

（1）拆卸：先掩好后轮，举升汽车前端，架好保险凳，拆下轮胎后再进行分解。

（2）装配：

①在装配前，必须对零部件进行清洗、检验，无误后方可装配。

②各处的调整垫片应保持平整,不能任意调换,厚度不允许任意变动。

③螺栓、螺母紧固要可靠,开口销齐全完整,锁止固定可靠。

2. 转向桥主要零件的检修

(1) 前轴的检修

①前轴裂纹的检修:将前轴清洗干净后,用磁力探伤法或浸油敲击法进行检测,出现裂纹时,应更换前轴。

②钢板弹簧座的检修:用直尺、塞尺检测。钢板弹簧座平面度误差应不大于 0.4mm,否则应进行修磨,或用刨削、铣削等方法进行加工,但钢板弹簧座的厚度减少量应不大于 2mm,否则应进行堆焊修复或换用新件。

钢板弹簧座上 U 形螺栓孔及定位销孔的磨损量应不大于 1mm,否则应进行堆焊修复。

③前轴变形的检测与校正:

a. 两钢板弹簧座之间变形的检测:用直尺、塞尺检测,两钢板弹簧座应在同一平面内,其平面度误差应不大于 0.80mm。

b. 钢板弹簧座与主销孔之间变形的检测:用拉线检测:在前轴主销孔上端中间拉一根细线,然后用直尺测量两钢板弹簧座平面与拉线之间的距离 h ,测得值不符合原厂设计值时,表明前轴存在垂直方向的弯曲变形;若拉线偏离钢板弹簧座中心(偏离程度应不大于 4mm),表明前轴两端存在水平方向的弯曲或扭曲变形。

c. 前轴的校正:前轴弯曲、扭曲变形的校正一般要在专用液压校正器上进行,即利用校正器上的液压油缸对前轴的相应部位施加压力或扭力进行校正。

d. 前轴主销孔的检修:用游标卡尺测量,前轴主销孔与主销的配合间隙应符合原设计规定,不符合规定要求的,可按修理尺寸法进行修理(数据可查阅维修手册)。

(2) 转向节的检修

转向节在工作过程中,由于垂直和纵向弯矩的反复作用,将导致承受力矩最大的转向节轴径根部产生疲劳裂纹甚至断裂,转向节内、外轴承轴颈及主销孔产生磨损,转向节轴颈端部的螺纹有时会被破坏,主销孔上下端面也会发生磨损。

①转向节裂纹的检修:用磁力探伤法或浸油敲击法检测,转向节不得有任何裂纹出现,否则应换用新件。

②转向节轴颈磨损的检修:用内径量表及外径千分尺测量,轮毂外轴承与轴颈的配合间隙应不大于 0.040mm,内轴承与轴颈的配合间隙应不大于 0.055mm。轴颈磨损过大时,可进行电镀修复或换用新件。

③转向节轴端螺纹的检修:用检视法检查,螺纹损伤超过 2 牙时,应堆焊修复,并重新车制螺纹。

④转向节主销孔的检修:用内、外径量具检测,主销衬套内孔磨损超过 0.07mm 或衬套与主销的配合间隙超过 0.20mm,应更换衬套;主销直径磨损超过 0.10mm,应更

换主销。更换时,旧衬套应该用冲子冲出或用专用工具压出,严禁用手锤直接敲击衬套表面。在压入新衬套时,必须对正油孔。

转向节主销孔两内端面磨损起槽时,应修磨平整,并使其对主销孔公共轴线的端面全跳动误差符合原设计要求(数据可查阅维修手册)。

(二) 转向驱动桥的检修

1. 转向驱动桥的拆卸与装配

(1) 拆卸:先拆卸车轮、轮毂凸缘、轮毂、制动底板及转向节轴套;拆下转向节油封座圈及油封等零件;拆下主销两端的转向节臂、主销下盖及调整垫片,取下止动销及上、下主销,使转向节壳与半轴套管分离,然后从半轴套管中取出半轴。

(2) 装配与调整:

①在半轴万向节叉两端安放好适当厚度的止推垫圈(两侧垫片厚度应相同),然后将组装好的半轴总成装入半轴套中。

②将转向节与半轴球关节壳扣合在一起,装好上、下主销及滚针轴承,安装好止动销、调整垫片、转向节臂及主销下盖(转向节上、下垫片厚度差应不大于 0.05mm)。此时,用手上下扳动转向节壳应无松旷感,且转动自如,无卡滞现象,否则,应改变转向节与上、下盖之间垫片厚度进行调整:厚度减小,预紧力增大,反之预紧力减小。

③紧固转向节油封、油封座圈等零件。

④安装好转向节轴套、制动底板总成。

⑤安装轮毂,并调好轮毂轴承预紧度。

⑥紧固轮毂凸缘,并对各油脂嘴加注润滑脂。

2. 转向驱动桥主要零件的检修

(1) 内、外半轴的分解与组装

①分解

a. 分解清洗干净后,冲出万向节中心定位销的锁销。

b. 提起半轴,使外半轴朝下,必要时可轻轻敲击下端,使中心定位钢球中的定位销落入外半轴的中心孔中。

c. 转动中心钢球,使其上的凹面朝向某一传力钢球,将该传力钢球从万向节凹槽中取出。

d. 依次取出其他钢球及定位销。有的车型所装用的球叉式万向节中心定位钢球无凹槽,也无定位销及锁销,拆卸时,应将内、外半轴扳至极限位置,然后取出传力钢球。

②组装

a. 将定位销装入外半轴中心孔中。

b. 将中心定位钢球及3个传力钢球依次安置到内、外半轴叉的凹槽中。

- c. 转动中心钢球，使其凹面朝向未放钢球凹槽，放入最后一个传力钢球。
- d. 将中心钢球转至其中心孔，对准半轴中心孔。
- e. 提起半轴，使定位销滑入定位钢球中心孔中。
- f. 将锁销插入外半轴的锁销孔中，以保证中心钢球的正确位置。若无定位销，可先在两叉之间放好中心钢球及 3 个传力钢球，然后把内、外半轴扳至最大夹角位置，再装入最后一个传力钢球。

（2）内、外半轴的检修

万向节钢球不得有损伤，同一组钢球直径差不得大于 0.15mm，否则应更换新件。在用磁力探伤检测时，半轴应无裂纹。用百分表检测，内、外半轴轴端花键与花键孔的配合间隙应符合规定要求，否则应更换半轴总成。外半轴与转向节轴套内衬套的配合间隙也应符合规定要求，否则也要更换新件。

（3）转向节的检修

用检视法检测，转向节轴外端螺纹损坏应不超过 2 牙；用游标卡尺检测，轴颈巧内、外轮载轴承配合间隙应不大于 0.10mm；用磁力探伤检测，轴套不得有裂纹，否则，应更换新件。转向节主销小端与衬套配合应不大于 0.10mm，衬套与球关节上承孔的配合不得松旷，否则应更换新件；主销大端与转向节壳上承孔配合间隙大于 0.10mm，或与滚针轴承配合松旷，应更换主销或滚针轴承，或对承孔进行镶套修复。

学习任务二 四轮定位的检查与调整



相关知识

一、四轮定位

（一）转向轮定位

为了保持汽车直线行驶的稳定性、转向的轻便性，减小轮胎和机件的磨损，转向轮、转向节和前轴三者之间在安装上，具有一定的相对位置，这种具有一定相对位置的安装，称为转向轮定位。它包括主销后倾、主销内倾、前轮外倾和前轮前束四个参数。

1. 主销后倾

（1）主销后倾：主销安装在前轴上，其上端略向后倾斜。

（2）主销后倾角：在纵向平面内，主销轴线与垂线之间的夹角（图 1-2-1 中的 γ 角）。

(3) 主销后倾后, 其轴线延长线与路面的交点 A 位于轮胎与地面接触点 B 之前, B 点到 A 点的垂直距离为 L 。若汽车转弯时 (图 1-2-1 中所示向右转弯), 则汽车的离心力将引起路面对车轮的侧向反作用力 F , F 通过 B 点作用于车轮上, 形成稳定力矩 $M = FL$, 其方向与车轮的偏转方向相反, 有使转向轮自动恢复到原来中间位置的趋势。主销后倾的作用是保证汽车直线行驶的稳定性的, 并力图使转弯后的转向轮自动回正。

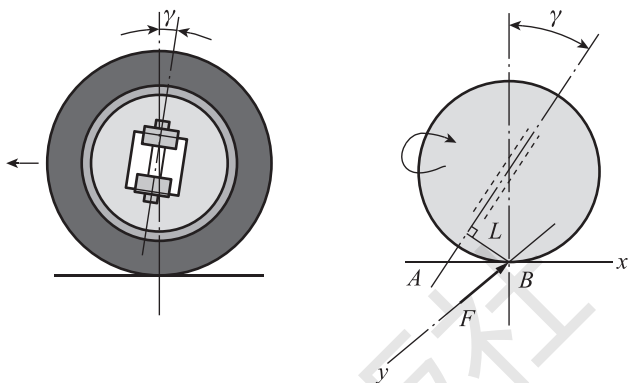


图 1-2-1 主销后倾

主销后倾角越大, 车速越高, 转向轮的稳定效应越强, 但转向越沉重, 主销后倾角一般不超过 3° 。

(4) 主销后倾角是由前轴、悬架和车架装配在一起时, 使前轴向后倾斜或依靠钢板弹簧座间加装楔形垫块而形成的。

2. 主销内倾

(1) 主销内倾: 主销安装在前轴上, 其上端略向内倾斜。

(2) 主销内倾角: 在横向平面内, 主销轴线与垂线之间的夹角 [图 1-2-2 (a) 中的 β 角]。

(3) 主销内倾的作用是使转向轮自动回正, 并使转向轻便。

当转向轮在外力作用下由中间位置偏转一个角度时 [为解释方便, 图中画成偏转了 180° , 如图 1-2-2 (b) 所示, 实际车轮偏转角度一般不超过 50°], 车轮的最低点将陷入地面下, 但实际上是不可能的, 而是将转向轮连同汽车前部向上抬起一个相应的高度。一旦外力消失, 转向轮就在汽车前部重力的作用下, 力图恢复到原来的直驶位置, 这就是前轮自动回正的原因。

主销内倾角越大或转向轮的转角越大, 则汽车前部抬起就越高, 转向轮自动回正作用越强烈, 但转向就越费力, 主销内倾角一般不大于 8° 。此外, 主销内倾角还使得转向臂缩短, 从而减小了阻力, 使得转向轻便, 同时也减小了从转向轮传到转向盘上的冲击力。

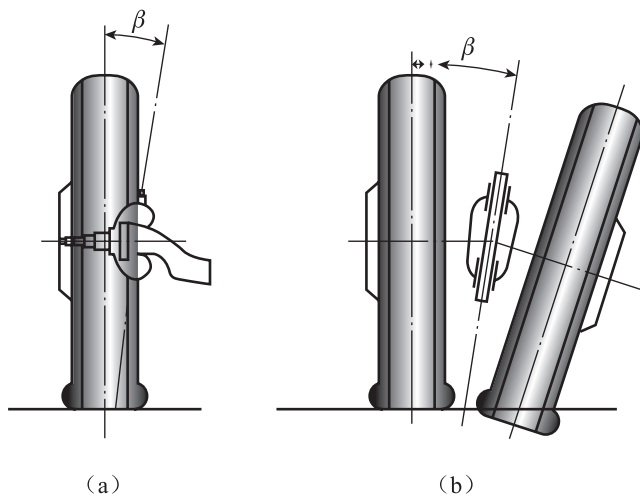


图 1-2-2 主销内倾

(4) 主销内倾角是在前轴制造加工时，使主销孔向内倾斜而获得的。

3. 前轮外倾（转向轮外倾）

(1) 前轮外倾：前轮安装在车桥上，其上端略向外倾斜。

(2) 前轮外倾角：前轮旋转平面与纵向垂直平面之间的夹角（图 1-2-3 中的 α 角）。

(3) 前轮外倾的作用在于提高前轮工作的安全性，从而使转向轻便。由于前轮外倾使前轮所承受的重力集中到较大的内轴承上去，保护了较小的外轴承和转向节轴外端的锁紧螺母，有利于行驶安全。此外，前轮外倾和主销内倾相配合，进一步缩小了转向臂的距离，使汽车转向更为轻便。

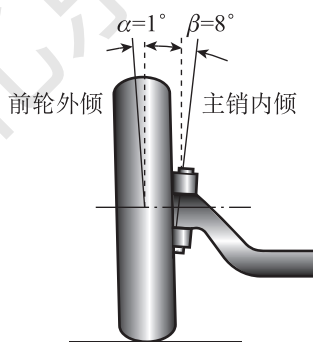


图 1-2-3 前轮外倾

前轮外倾角一般为 1° 左右。

(4) 前轮外倾角是由转向节的结构确定的。

4. 前轮前束（转向轮前束）

(1) 前轮前束：前轮安装后，两前轮的旋转平面不平行，前端略向内束。

(2) 前轮前束值：两轮后端距离 A 与前端距离 B 之差



前轮前束

($A-B$), 如图 1-2-4 所示。

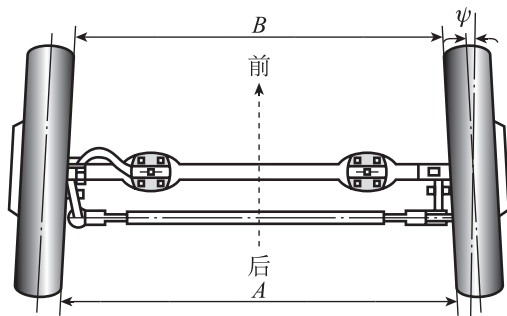


图 1-2-4 前轮前束 (俯视图)

(3) 前轮前束的作用是消除因前轮外倾而使汽车行驶时向外张开的趋势, 减小轮胎磨损和燃料消耗。

(4) 前轮前束可通过改变横拉杆的长度来调整。

(二) 后轮定位

现代一些采用独立悬架的车辆, 除了设置转向轮定位外, 非转向的后轮也设置定位, 称为后轮定位, 其内容包括后轮外倾和后轮前束。

后轮外倾同前轮外倾一样, 保护外轴承和外锁紧螺母, 还可增加车轮接地点的跨度, 增加汽车的横向稳定性; 同样为了避免后轮外倾带来的“前展”而设置后轮前束, 其作用与前轮前束相同。

后轮前束, 在驱动力较小时, $b > a$, 如图 1-2-5 (a) 所示; 在高速行驶且驱动力大时, b 与 a 值接近, 如图 1-2-5 (b) 所示, 轮胎只受到车辆行驶方向上的作用力, 可有效减小轮胎的磨损。

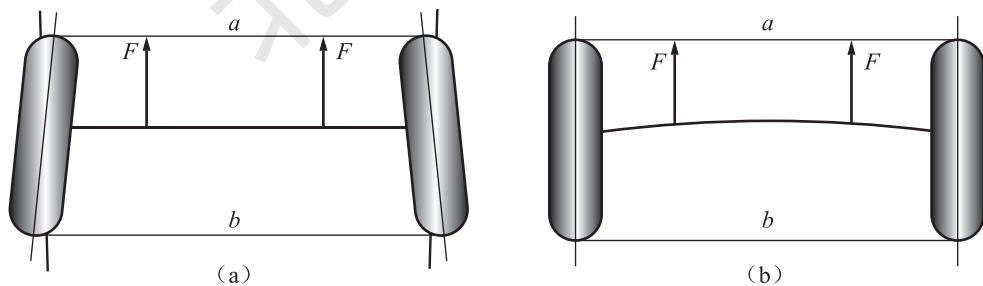


图 1-2-5 驱动力作用在后轴上的示意图

二、四轮定位的检查及调整维修

为了提高汽车行驶的安全性、平顺性和乘坐的舒适性, 汽车必须具有正确的车轮定位参数。准确的车轮定位参数可以保证汽车转向轻便, 转向后能自动回正; 汽车在转向、急剧改变车速和高速行驶, 以及在坏路行驶, 或紧急制动时能保证行驶方向的稳定性; 操作车辆时能稳定准确, 路面振动小, 坏路上车身没有明显摇摆, 乘车舒适,

轮胎寿命长。

（一）四轮定位仪检测的项目及其测量原理

四轮定位仪是专门用来测量车轮定位参数的设备。四轮定位仪可检测的项目包括：前轮前束值/角（前轮前束角/前张角）、前轮外倾角、主销后倾角、主销内倾角、后轮前束值/角（后轮前束角/前张角）、后轮外倾角、车辆轮距、车辆轴距、转向 20° 时的前张角、推力角和左右轴距差等。目前常见的国产或进口的四轮定位仪可以用来测量上述检测项目中的几个或全部。

在检测项目中，前轮前束值/角、前轮外倾角、主销后倾角和主销内倾角统称为前轮定位，又称为前轮定位四要素，各种前轮定位仪都能完成其检测任务。但汽车的操纵稳定性不仅仅由前轮定位来保证，后轮定位也起着至关重要的作用。所以，最好使用四轮定位仪来检测和调整。

目前常用的四轮定位仪有接线式、光学式、电脑拉线式和电脑激光式四种，它们的测量原理是一致的，只是采用的测量方法（或使用的传感器的类型）及数据记录与传输的方式不同。

（二）四轮定位调整前的检查

1. 车轮检查

车轮检查包括轮胎的磨损是否均匀，轮胎的尺寸或类型配合是否恰当，轮胎的气压是否符合要求。子午线轮胎，发动机前置前轮驱动轿车，在空载时四轮胎压较低，常低于 2.5bar；满载时前轮胎压一般在 2.5bar，后轮的胎压稍高，一般在 3.0bar 左右。具体数值应以具体车型上的标示为准。如果是行驶跑偏问题，可以先将前轮左右两车轮进行互换对调，然后试车，若车轮左右对调后跑偏方向朝向对调前的相反方向，则可以确定前轮是主要的影响因素；若前轮左右对调后跑偏方向不变，则可以确定跑偏不是由前轮引起的，必须进行四轮定位测量以进一步找出原因。

2. 四轮悬架高度测量

每个车轮承担的重量不相同，一般发动机前置且横放的轿车，前轮轴要略重于后轮，右侧车轮略重于左侧车轮，所以会使四轮悬架的高度略有差别。常以每个车轮上部翼子板下边缘到车轮的中心点为测量对象，则前轮的悬架高度一般低于后轮，同一轴的左、右侧轮重应基本一致。

3. 车上负荷检查

四轮定位参数常以空载、满箱燃油以及备胎、随车工具均处于合适位置的状态给出。所以，做四轮定位时的车上负载应该按照出产要求准确摆放。

4. 零部件状态检查

四轮定位参数的改变，往往是由于零部件失效所致。所以做四轮定位参数调整前，首先应该排除零部件失效的可能。

5. 路试

路试的目的是确定故障现象。有时应当多向车主咨询一下,了解车子的使用情况,有助于尽快解决故障。

驾驶时应当检查转向盘是否平顺,感觉转向盘、地板和座位的震动,注意方向是否跑偏或操纵中出现的异常情况,如转向困难、转向时出现轮胎噪声。表 1-2-1 为常见的行驶故障及其可能原因。

表 1-2-1 常见的行驶故障及其可能原因

行驶故障	可能原因
方向盘太重	主销后倾角太大
	动力转向机构故障
转向盘发抖	车轮动态不平衡
	车轮中心点偏离,产生凸轮效应
	发动机运转不顺畅
	制动盘异常磨损,厚度不均匀
行驶跑偏	后倾角不正确
	外倾角不正确
	车身高度左右不相等
	左右车轮气压不相等
	轮胎变形或不良
	转向系统卡住,制动片卡住
方向盘漂浮不定	主销后倾角太小
	零部件磨损严重,间隙太大
方向盘不能良好回正	主销后倾角太小
	零部件运动干涉、卡滞
	助力转向机构故障
方向盘不正	总前束正确,方向盘在中间位置时,单边前束不等
轮胎羽毛状磨损	前束不正确
轮胎单边磨损	外倾角不正确
轮胎凹凸状磨损	车轮动态不平衡

(三) 四轮定位的调整维修

四轮定位参数有时不能一次调整到位。由四轮定位原因产生的故障,要完全解决问题,往往要进行 2~3 次的测量或调整才能完全排除故障。

现代四轮定位仪已经比较成熟,使用起来也比较方便,只要按照仪器的操作提示进行作业即可。

四轮定位仪只是我们解决问题的借助工具,不能过分依赖四轮定位仪。因为四轮

定位仪本身存在测量误差，而且操作者本身操作也会引起误差，所以还得以实际行驶情况为最后的检验结果。

在做四轮定位数据调整时，要以先后轮，后前轮，先外倾，后前束为调整顺序：

- (1) 后轮外倾角。
- (2) 后轮前束角。
- (3) 前轮主销后倾、内倾角。
- (4) 前轮外倾角。
- (5) 前轮前束角。

在量产汽车中，很多车型只有前束和外倾这两项参数可以调整，其他的定位参数在汽车设计和制造时就可以保证参数的精度。如马自达，只有前轮和后轮的前束可以调整；长安福特蒙迪欧，只有前轮前束和后轮外倾角可以调整。

某些车型，经过长时间的使用或者事故修复后，在正常的调整范围内调整，并不能满足要求，但是可以通过加装调整垫片或者更换偏心螺栓等方法进行深度调整，下面来介绍此类调整方法。

1. 从上控制臂调整的常用方法

- (1) 增减垫片调整主销后倾角和车轮外倾角，如图 1-2-6 所示。

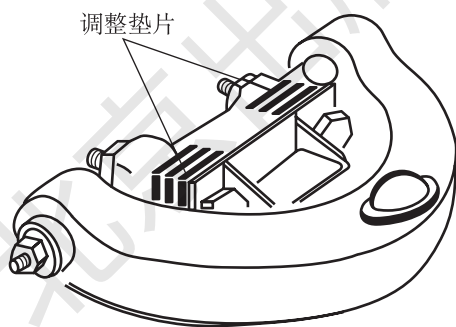


图 1-2-6 从上控制臂调整方法一

- (2) 移动上控制臂来调整前轮外倾角和主销后倾角，如图 1-2-7 所示。

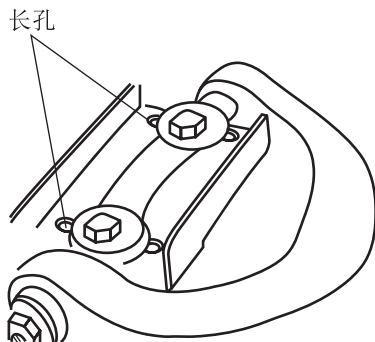


图 1-2-7 从上控制臂调整方法二

(3) 旋转凸轮来调整车轮外倾角和主销后倾角，如图 1-2-8 所示。

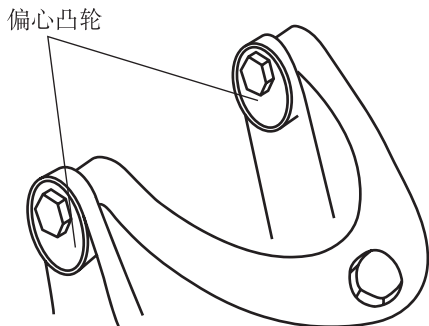


图 1-2-8 从上控制臂调整方法三

(4) 旋转上控制臂上两个偏心凸轮来调整主销后倾角和车轮外倾角，如图 1-2-9 所示。

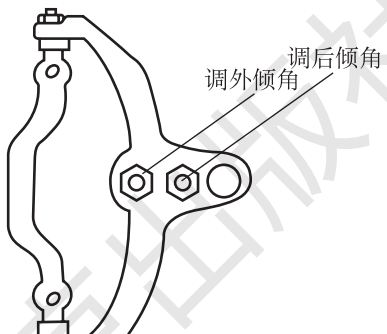


图 1-2-9 从上控制臂调整方法四

(5) 分别旋转两个偏心螺栓来调整车轮外倾角和主销后倾角，如图 1-2-10 所示。

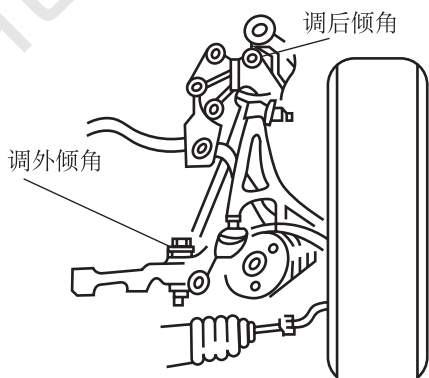


图 1-2-10 从上控制臂调整方法五

2. 从下控制臂调整的常用方法

(1) 旋转偏心凸轮，可调整车轮外倾角，如图 1-2-11 所示。

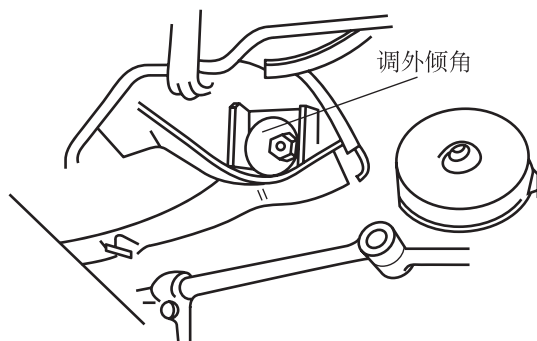


图 1-2-11 从下控制臂调整方法一

(2) 调整主销后倾角时，松开环销并旋转即可；调整车轮外倾角时，旋转偏心螺栓，如图 1-2-12 所示。

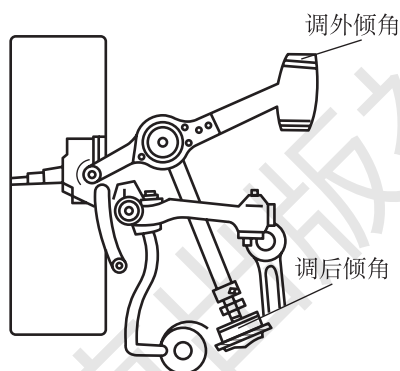


图 1-2-12 从下控制臂调整方法二

(3) 松开控制臂安装螺栓，旋转偏心凸轮可调整前轮外倾角，如图 1-2-13 所示。

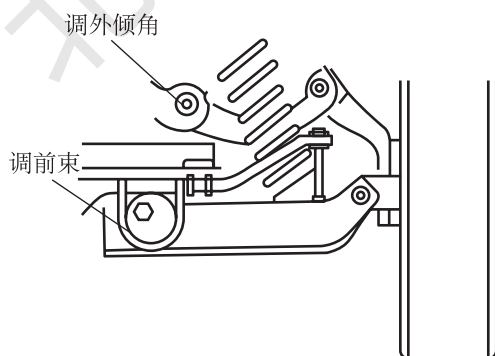


图 1-2-13 从下控制臂调整方法三

(4) 松开下控制臂前端的球头安装螺栓，可以推进或拉出球头，从而调整前轮外倾角，如图 1-2-14 所示。

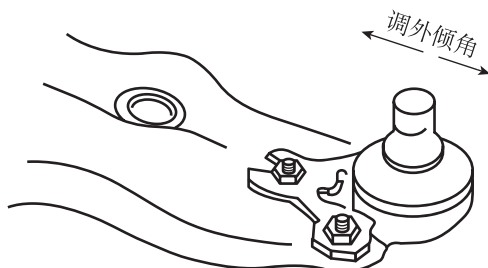


图 1-2-14 从下控制臂调整方法四

3. 从减震器顶部进行调整的常用方法

(1) 松开前减震器顶上几个定位螺栓，可以沿前卡孔左右移动减震器来调整前轮外倾角，如图 1-2-15 所示。

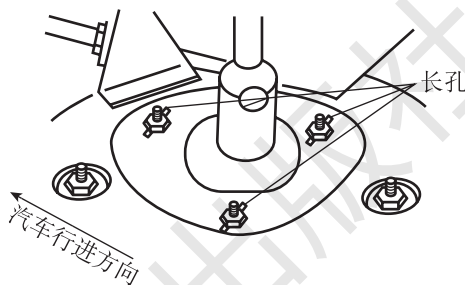


图 1-2-15 从减震器顶部调整方法一

(2) 松开前减震器顶上定位螺栓，向下推着前减震器并旋转 180°，顺时针转增大外倾角，逆时针转减小外倾角，如图 1-2-16 所示。

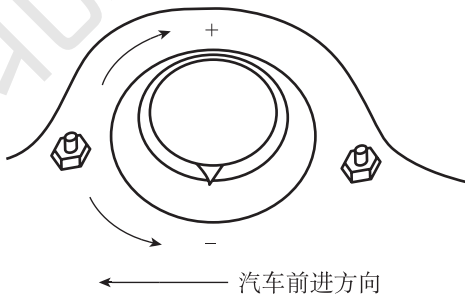


图 1-2-16 从减震器顶部调整方法二

4. 从减震器支架部位进行调整的常用方法

(1) 松开减震器支架上两个螺栓，旋转上部带偏心凸轮的螺栓即可调整前轮外倾角，如图 1-2-17 所示。

(2) 松开两个螺栓向里推或向外拉轮胎，可以调整车轮外倾角，如图 1-2-18 所示。

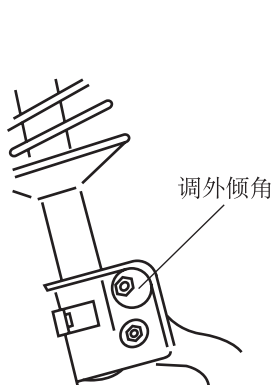


图 1-2-17 从减震器支架部位调整方法一

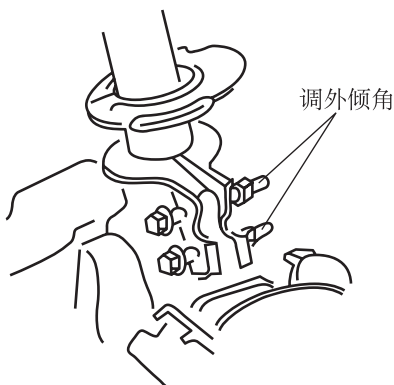


图 1-2-18 从减震器支架部位调整方法二

（3）松开减震器两个螺栓向外或向内移动轮胎上部，可以调整车轮外倾角。调整后加进楔形锯齿边铁片，既能固定又可防松脱，如图 1-2-19 所示。

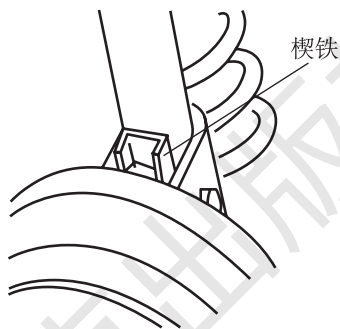


图 1-2-19 从减震器支架部位调整方法三

学习任务三 车轮与轮胎



相关知识

车轮和轮胎支承全车的质量，吸收、缓和由路面传来的冲击力；通过轮胎同路面间的附着力来产生驱动力和制动力；在保证汽车正常转向行驶的同时，通过轮胎产生自动回正力矩，使汽车保持稳定的直线行驶方向。不同的车轮及轮胎规格型号有着各自的特点，了解车轮及轮胎的主要结构，熟悉车轮及轮胎的运动状态及受力特点，掌握其正确的使用方法，对提高汽车性能，延长其使用寿命有着巨大的意义。

一、车轮

（一）车轮的作用和组成

1. 作用

安装轮胎、连接半轴或转向节，并承受汽车重量和半轴



车轮与轮胎

或转向节传来的力矩。

2. 组成

车轮由轮毂、轮辋和轮盘等组成。

轮毂通过滚柱轴承支承在半轴套管或转向节轴上，轮辋用来安装轮胎，轮盘用来连接轮毂和轮辋。

(二) 车轮的类型及构造

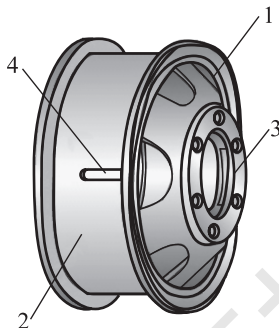


图 1-3-1 辐板式车轮的构造

1—挡圈；2—轮辋；3—辐板；4—气门嘴伸出孔

车轮根据轮盘的不同结构，分为辐板式（盘式）和辐条式（辐式）两种。

1. 辐板式车轮的构造

辐板式车轮主要由挡圈、轮辋、辐板和气门嘴伸出孔等组成。辐板式车轮结构便于轮毂拆装，辐板上开有几个大孔，以减轻重量，也利于拆装、充气 and 制动鼓散热，如图 1-3-1 所示。

2. 辐条式车轮的构造

辐条式车轮是用几根辐条将轮辋与轮毂组装在一起，辐条与轮毂可制成一体，也可用螺栓连接。轮毂通过螺栓和特殊形状的衬块与辐条相连，如图 1-3-2 所示。

(三) 车轮的主要零部件

1. 轮辋

轮辋也称钢圈，用于安装轮胎。它由轮辋体、挡圈和锁圈等组成。按其结构特点的不同，轮辋可分为深式轮辋、平式轮辋和可拆式轮辋。

(1) 深式轮辋（深槽式）

它用钢板冲压成整体结构，中部的深凹槽是为了便于外胎拆装而专设的，凹槽两侧略倾斜，如图 1-3-3（a）所示。这种轮辋结构简单、刚度大、重量小，适用于安装尺寸小、弹性较大的轮胎，它主要用于轿车及轻型越野车上。

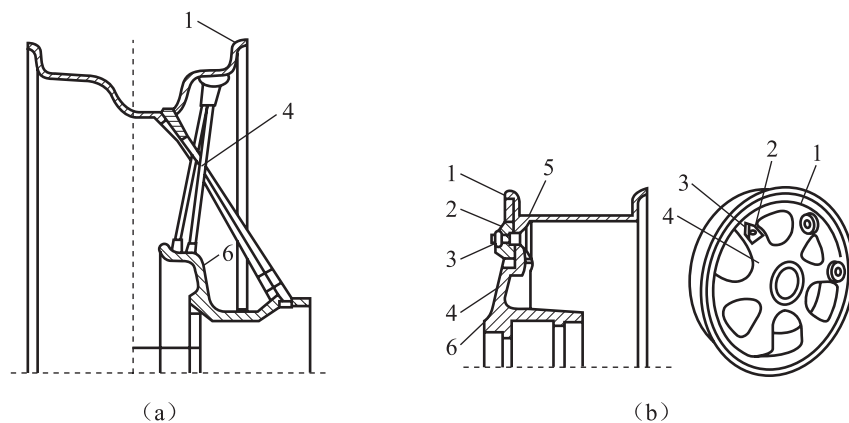


图 1-3-2 辐条式车轮的构造

1—轮辋；2—衬块；3—螺栓；4—辐条；5—配合锥面；6—轮毂

（2）平式轮辋（平底式）

轮辋底面呈平环状，它的一边有凸缘，另一边用可拆卸的挡圈作凸缘，它用一个具有弹性的锁圈来防止挡圈脱出，如图 1-3-3（b）所示。这种轮辋的优点是便于安装轮胎，一般用于大、中型货车，如东风 EQ1092 和解放 CA1092 型汽车。

（3）可拆式轮辋（对开式）

它将平式轮辋制成可拆开的两部分，其中一部分与轮盘制成一体，两部分用螺栓连成一体，拆装轮胎时，只需拧下螺栓的螺母即可，挡圈也是可拆的，如图 1-3-3（c）所示。这种轮辋只能装用单个轮胎，主要用于大、中型越野车上。

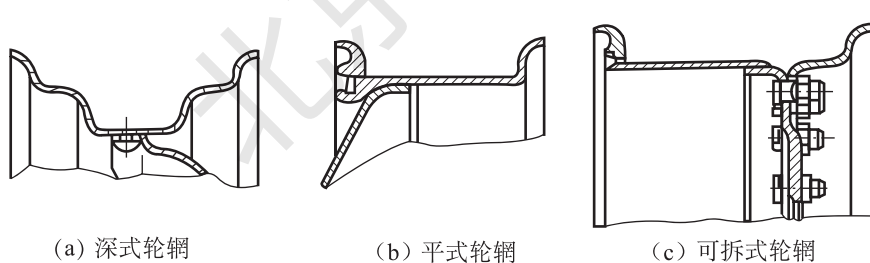


图 1-3-3 轮辋断面

2. 轮毂

轮毂用于连接制动鼓、辐板和半轴凸缘。一般由圆锥滚柱轴承套装在半轴套管或转向节轴颈上。辐板式车轮多用于轻型和中型汽车上，辐条式车轮是把它与辐条制成一体，强度大，多用于重型车上。

二、轮胎

(一) 轮胎的作用与分类

轮胎用于支承汽车的总重量，传递驱动力和制动力，吸收和缓和汽车行驶时所受到的部分冲击和振动，以保证汽车有良好的乘坐舒适性和行驶平顺性，保证轮胎与路面的良好附着，以提高汽车的动力性、制动性和通过性。

按胎体结构不同，汽车轮胎可分为充气轮胎和实心轮胎。现代汽车绝大多数都采用充气轮胎。充气轮胎按组成结构可分为有内胎和无内胎两种；按其胎内工作气压可分为高压胎、低压胎和超低压胎；按其胎面花纹的不同，汽车轮胎可分为普通花纹轮胎、越野花纹轮胎和混合花纹轮胎等，如图 1-3-4 所示；按其胎体内帘线排列方向的不同，汽车轮胎又可分为普通斜交轮胎和子午线轮胎。



图 1-3-4 轮胎分类示意图

普通花纹轮胎的特点是花纹沟槽细而浅，花纹块的接地面积较大，因而耐磨损性和附着性较好，适用于较好的硬路面。

越野花纹轮胎的特点是花纹沟槽宽而深，花纹块接地面积较小，保证了轮胎与大片接地面积的“咬合”，防滑性能好。常用在矿山、建筑工地上的行驶车辆。

混合花纹轮胎兼有普通花纹和越野花纹的特点。

(二) 充气轮胎的结构

1. 有内胎的充气轮胎

有内胎的充气轮胎由外胎、内胎和垫带组成，如图 1-3-5 所示。

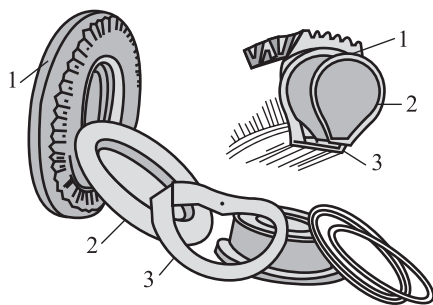


图 1-3-5 有内胎的充气轮胎的结构

1—外胎；2—内胎；3—垫带

（1）外胎

外胎是用耐磨橡胶制成的强度高又有弹性的外壳，直接与地面接触，保护内胎不受损伤。

胎冠与地面接触，直接承受冲击与磨损，并保护胎体免受机械损伤；胎肩是较厚的胎冠与较薄的胎侧间的过渡部分，一般也制有花纹，以利于防滑和散热；胎侧是贴在帘布层侧壁的薄橡胶层，用以保护帘布层，避免受潮湿和机械损伤；帘布层是外胎的骨架，也称胎体，其主要作用是承受载荷、保持轮胎外缘尺寸和形状。

帘布层通常用多层胶化的棉线或其他纤维编织而成，其帘线按一定角度交叉排列。缓冲层位于胎面与帘布层之间，质软而弹性大，一般由多层较稀疏的帘线和富有较大弹性的橡胶制成，其作用是加强胎面与帘布层的结合，以防紧急制动时胎面从帘布层上脱落，同时又能减小路面对轮胎的冲击和振动。

胎圈是帘布层的根基，它有较强的刚度和强度，轮胎靠胎圈装在轮辋上。胎圈由钢丝圈、帘布层包边和胎圈包布组成。

（2）内胎

内胎是一个环形橡胶管，上面有气门嘴，用于充入或排出空气，其尺寸稍小于外胎内壁尺寸，内胎具有良好的弹性、耐热性和密封性。

（3）垫带

垫带是一个环形橡胶带，它垫在内胎与轮辋之间，保护内胎不被轮辋和胎圈磨坏，并防止尘土及水汽浸入胎内。

2. 普通斜交轮胎和子午线轮胎

（1）普通斜交轮胎

普通斜交轮胎的帘布层和缓冲层各相邻层帘线交叉，且与胎面中心线呈小于 90° 角排列，帘布层通常由成双数的多层帘布用橡胶贴合而成，帘布的帘线与轮胎子午断面的交角一般为 $52^\circ \sim 54^\circ$ 。相邻层帘线相交排列，缓冲层由两层帘线交叉排列。如图 1-3-6（a）所示。

(2) 子午线轮胎

帘布层帘线排列方向与轮胎子午断面一致（即与胎面中心线成 90° 角），能使其强度被充分利用，故它的帘布层数比普通轮胎可减少一半，因而胎体较柔软，而缓冲层层数较多，提高了胎面的刚度和强度。如图 1-3-6（b）所示。

子午线轮胎的优点有弹性大、耐磨性好、滚动阻力小、附着性能强、缓冲性能好、承载能力大、不易穿刺。其缺点为外胎面刚性大、不容易吸收路面凹凸及接缝产生的冲击（主要是低速时）。此外，由于胎侧柔软，被刺后伤痕易扩大。由于具有较多优点，现代汽车已逐渐广泛应用。

3. 无内胎的充气轮胎

没有充气内胎，但在外胎内壁上有一层很薄的专门用来封气的橡胶密封层，胎缘部位留有余量，密封层被固定在轮辋上，钉子刺破轮胎后，内部空气不会立即泄掉，安全性能好。另外，轮胎爆破后，可从外部紧急处理。目前这种轮胎在轿车上应用较多。

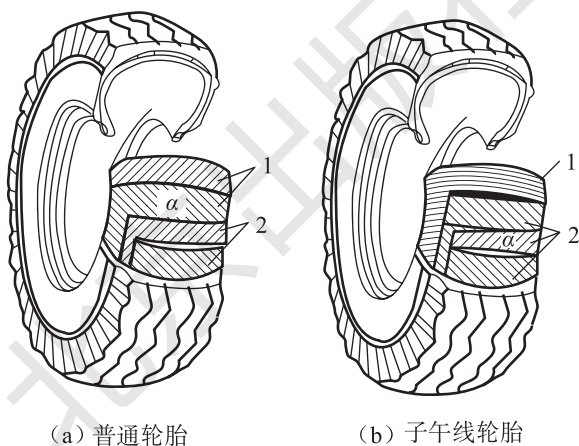


图 1-3-6 帘布层和缓冲层帘线的排列

1—帘布层；2—缓冲层

(三) 轮胎规格表示方法

1. 高压胎

高压胎一般用 $D \times B$ 表示，其中， D 为轮胎名义直径， B 为轮胎断面宽度，其单位均为英寸，“ $\times$ ”表示高压胎。因为轮胎断面宽度 B 约等于断面高度 H ，故安装外胎轮辋应选直径 $d = D - 2B$ 。例如，轮胎规格 34×7 表示该轮胎外径为 34in，断面宽度为 7in 的高压胎，可选用直径 d 为 20in 的轮辋。如图 1-3-7 所示。

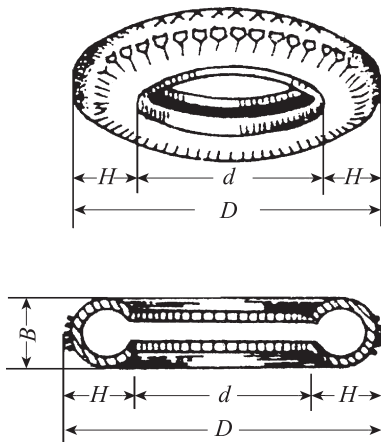


图 1-3-7 轮胎尺寸

D —外直径； d —内直径（即轮辋直径）；
 B —断面宽度； H —断面高度

2. 低压胎

低压胎一般用 $B-d$ 表示。 B 为轮胎断面宽度， d 为轮辋直径，单位均为英寸，“—”表示低压胎。

3. 超低压胎

超低压胎的规格表示方法与低压胎的表示方法相同。

4. 子午线轮胎

子午线轮胎一般标注有“Z”字母，但大部分用英文字母“R”表示。子午线轮胎宽的单位用毫米表示，车轮轮辋用英寸表示，轮胎强度用字母或数字表示，扁平轮胎还表示扁平率（高宽比）。例如，某轿车装用的子午线轮胎，规格为 185/70SR14 或 195/60SR14。

有些子午线无内胎轮胎，在规格中加注“TL”标志，例如，轻型货车子午线轮胎 7.00R16.5TL、乘用车子午线轮胎 205/70SR15TL，其中，“TL”表示无内胎轮胎。常用速度标定参数如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 常用速度标定参数

速度符号	S	T	U	H	V	Z
最大速度 (km/h)	160	190	200	210	240	240 以上

5. 普通斜交轮胎

普通斜交轮胎除了用英寸表示轮胎宽度和轮辋直径外，轮胎强度则用帘布层数来表示。例如：轮胎规格 5·60-134PR。



拓展知识

轮胎标识

轮胎标识一般都标注在轮胎的侧面上，这些标识包含了轮胎的厂家名称、生产日期、类型、尺寸、性能等参数。车辆对轮胎规格的要求是不同的，正确识别轮胎上的标识可以帮助我们选择正确的轮胎。

例如，一条轮胎侧面的标识显示“205/55R16 109V”，其中包含了轮胎的类型、尺寸、结构、载荷指数及速度等级参数，其代码及其含义如下。

205：轮胎断面宽度（mm）。

55：高宽比（%）。

R：轮胎构造类型。

16：轮辋直径（英寸）。

109：负载指数。

V：速度等级。

1. 轮胎断面宽度

数字 205 表示以毫米计算的轮胎宽度，轮胎的整体宽度是从两个边缘处的距离。

2. 高宽比

高宽比是轮胎高度与轮胎宽度之比的百分值（%）。高宽比越大，表明轮胎的侧壁对于其宽度是相对比较长的；高宽比越小，表明轮胎的侧壁相对于其宽度是相对比较短的。高宽比大的轮胎能允许侧壁偏转时有很大的柔韧性，增加了乘坐的舒适性；高宽比小的轮胎能有较大的接触面积，增加了稳定性能和行驶的控制能力。制造厂商提供了各种各样尺寸的轮胎和车轮的组合方式，来达到舒适的乘坐性能或者良好的操纵性能。

3. 帘线层

在轮辋尺寸前面的字母表示轮胎的结构。R 是子午线轮胎，B 是带束斜交线轮胎，D 是对角线斜交轮胎。

4. 车轮尺寸

车轮尺寸或者轮辋直径以英寸为单位，是指从轮辋唇口到对边的轮辋唇口进行测量的。

5. 负载指数

负载指数表示全充气的轮胎能够支撑的最大载荷量。载荷指数为 109 的轮胎表示能够支撑 1 030kg 的最大载荷量。其他部分载荷指数如下表：

(5) 轮胎与轮辋必须配套使用,不允许对轮辋进行敲击或使用撬棒,而要用轮胎拆装机进行拆装。

(6) 经修理过的或新的轮胎必须经过动平衡试验后方可使用。

(二) 轮胎的使用要求

1. 严格遵守轮胎充气标准

轮胎气压过高,在行驶中会发生跳动,前轮摆动,使转向盘抖动,不能高速行驶;轮胎气压不足,将使胎侧弯曲变形过大,从而加剧帘布层之间的摩擦,使轮胎过度发热,橡胶耐磨性、帘布层强度降低,轮胎使用寿命缩短。

2. 控制轮胎温度

汽车行驶时,轮胎因变形摩擦而发热升温,若超过 100°C ,则胎体强度会大大降低,易引起脱层、爆破等损坏。因此,应尽量避免高速行驶,或在轮胎选配时应取与车辆最高时速相符的速度级别。

轮胎温度升高后,应采用停车降温的方式,严禁泼水降温或放气。

(三) 轮胎的常见故障及其原因

(1) 轮胎花纹磨损,当磨损到指示条显露时,就必须更换新胎。

(2) 轮胎某一部位早期严重磨损,可能是由于急剧起步、制动而导致的异常磨损。

(3) 轮胎单侧台肩处发生早期磨损,可能是由于车轮外倾角、前束调整不当或频繁紧急制动而引起的。

(4) 轮胎成多角形磨损,可能是由于轮胎、车轮偏心弯曲或轮毂、转向节偏心弯曲、轴承松旷等原因引起的。

(5) 轮辋法兰处发生变形、锈蚀,引起轮胎轮辋错位,可引起轮胎周缘处损伤、漏气。

(四) 车轮的拆装

(1) 轮胎的分解应先升举车体,并在车轮上标明记号,如“左前”“右内”等,然后拆下车轮。

①先清洁各处泥土,然后放出胎内空气。

②用轮胎撬棒尖端插入挡圈缺口,并在缺口对面挡圈上轻轻敲击,将挡圈撬出。

③把气阀推进外胎内部,取下轮盘。

拆卸轮胎必须使用专用工具,如撬棒、手锤、拆胎机等,不允许用大锤重击或用其他尖锐工具。

(2) 轮胎的装配与拆卸顺序相反,并注意以下事项:

①装合内、外胎时应擦拭干净,并在接触面上涂撒滑石粉。

②外胎胎面如有标志,表示轮胎较轻的部位,内胎嘴应安装在该处。

③人字花纹的轮胎和在轮胎侧标有旋转方向的轮胎,应按规定方向装用。

④气门嘴应与制动鼓上的间隙检视孔错开,以便检查制动鼓与摩擦片的间隙。

- ⑤ 双胎并装时，两轮胎的气门嘴应对称排列（互成 180° 角），这样有利于平衡。
- ⑥ 内侧轮胎的气门嘴与外侧轮胎的轮辋孔应对正，以便于检查气压和充气。
- ⑦ 轮胎装配后和汽车使用中，均应保持轮胎气压符合标准。

二、车轮平衡的检测与调整

如果车轮的质量分布不均匀，旋转起来是不平衡的；车轮不平衡对转向轮摆振的影响比路面不平的影响要大得多。车轮本身不平衡是汽车产生摆振的一个重要原因。

随着道路质量的提高和高速公路的普及，汽车行驶的速度越来越高，因此对汽车车轮平衡度的要求也越来越高。车轮在高速旋转时，不平衡质量会引起车轮上下跳动和横向摆振，不仅会影响汽车的行驶平顺性、乘坐舒适性和操纵稳定性，而且也会影响行车安全。车轮的上下跳动和横向摆振还会加剧轮胎的磨损，缩短汽车使用寿命，还会增加汽车运输成本。

车轮不平衡的原因主要是：轮辋、轮胎在生产和修理过程中的精度误差、轮胎材料不均匀；轮胎装配不正确，轮胎螺栓质量不一；平衡块脱落；汽车行驶过程中的偏磨损；使用翻新胎或补胎等。

（一）车轮静平衡的检测

对于非驱动桥上的车轮：支起车轴，调整好轮毂轴承松紧度，用手轻转车轮，使其自然停转。在停转的车轮离地最近处作一标记，然后重复上述步骤。如果每次试验标记都停在离地最近处，则车轮静不平衡；如果多次转动自然停止后的标记位置各不相同，说明车轮静平衡。

驱动桥上的车轮，由于受到差速器等制约，无法使用该方法，只能在装车前检测。

即使是静平衡的车轮，在装车使用时也可能动不平衡，因此，还应对车轮动平衡进行检测校正。

（二）使用离车式动平衡机检测校正车轮动平衡

- （1）清除车轮上的泥块、石子和旧平衡块。
- （2）将轮胎气压充至规定值。
- （3）根据轮辋中心孔的大小选择锥体或多孔式连接盘，将车轮装上动平衡机，拧紧固定螺母。

（4）测量轮辋宽度 b 、轮辋直径 d 和轮辋边缘至机箱的距离 a ，将这三个值输入动平衡机。

（5）放下车轮防护罩，打开电源开关，按动启动按钮，车轮开始旋转，动平衡机开始采集数据。

（6）检测结束后，从指示装置读取车轮的不平衡量和不平衡位置。

（7）抬起车轮防护罩，用手慢慢转动车轮，当指示装置发出声音或灯光等信号时停止转动。再根据显示的平衡块质量，在轮辋内侧或外侧牢固安装平衡块。



车轮动平衡的
检测及校正

(8) 重新检测动平衡,直到指示装置显示不平衡质量 $< 5\text{g}$,或显示“00”“OK”为止。

(9) 关闭电源开关,取下被测车轮。

(三) 使用就车式动平衡机检测校正车轮动平衡

车轮动平衡的检测可将车轮安装到离车式车轮动平衡机上检测与校对,但需要把车轮拆下。就车式车轮动平衡机可直接在车上使用,非常方便,而且既可进行动平衡检测,又可进行静平衡检测,校正的部件包括车轮、制动鼓(盘)、轮毂轴承等高速旋转体。

1. 检测前的准备工作

图 1-4-1 为就车式车轮动平衡机示意图。

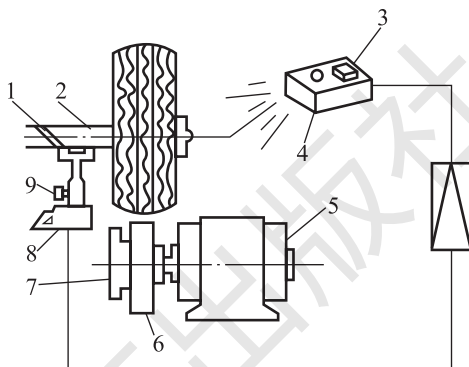


图 1-4-1 就车式车轮动平衡机示意图

1—传感磁头；2—转向节；3—不平衡度表；4—频闪灯；
5—电动机；6—转轮；7—制动器；8—底座；9—可调支架

(1) 检测前,将汽车前部用千斤顶支起。要注意保持前轴水平,使两边车轮离地间隙相等。

(2) 清除被测车轮上的泥土、石子和旧平衡块等。

(3) 检查轮胎气压,必要时调整至规定值。

(4) 用手转动车轮,检查轮毂轴承是否松旷,必要时调整至规定值。

(5) 在轮胎外侧任意位置上用白粉笔或白胶布做上记号。

2. 车轮静平衡的检测校对

(1) 使用三角垫木或其他方法固定另一个前轮和两后轮,将传感磁头吸附到悬架或转向节下,调节可调支杆高度并锁紧。

(2) 推动车轮动平衡机至车轮侧面或前面(视车轮平衡机形式不同而异),检查频闪灯工作是否正常,检查转轮的旋转方向能否使车轮的转动方向与汽车前进行驶的方向一致。

(3) 操纵车轮动平衡机转轮与轮胎接触,启动电动机带动车轮旋转至规定转速。

(4) 观察频闪灯照射下的轮胎标记位置，并从指示装置上读取不平衡量数值（用第一挡显示）。

(5) 操纵车轮动平衡机上的制动装置，使车轮停止转动。

(6) 用手转动车轮，使其上面的标记仍处在上述观察位置上，此时轮辋的最上部即为加装平衡块的位置。

(7) 按指示装置显示的静不平衡量选择平衡块，牢固地装卡到轮辋边缘上。

(8) 重新驱动车轮进行复试，这时指示装置用二挡显示。调整平衡块质量和位置，直至符合平衡要求。

3. 车轮动平衡的检测校对

(1) 将传感磁头吸附在经过擦拭的制动底板边缘平整处，使磁头与车轮旋转中心处在同一水平位置。

(2) 驱动车轮旋转至规定转速，按照上述的检测方法观察轮胎的标记位置，读取动不平衡值。

(3) 停转车轮，按动不平衡值，选择平衡块和在车轮上的加装位置，加装平衡块。

(4) 按照上述的检测方法进行复查，直至符合平衡要求。

三、轮胎的维护

（一）一级维护作业项目

(1) 紧固轮胎螺母，检查气门嘴是否漏气、气门帽是否齐全，如发现损坏或缺少，应立即修理或补齐。

(2) 挖出轮胎夹石和花纹中的石子、杂物，如有较深的伤洞，应用生胶填塞。特别是子午线胎，刺伤后若不及时修补，水汽进入胎体会锈蚀钢丝帘线，造成早期损坏。

(3) 检查轮胎的磨损情况，如有不正常磨损或起鼓、变形等现象，应查找原因，予以排除。

(4) 如需检查外胎内部，应拆卸解体，如有损伤，应及时修补。

(5) 检查轮胎搭配和轮辋、挡圈、锁圈是否正常。

(6) 检查轮胎（包括备胎）气压，并按标准补足。

(7) 检查轮胎有无与其他机件刮碰现象，备胎架是否完好、紧固，如不符合要求，应予以排除。

(8) 必要时（如单边偏磨严重）应进行一次轮胎换位，以保持胎面花纹磨耗均匀。完成上述作业后应填写维护记录。

（二）二级维护作业项目

除执行一级维护的各项作业外，还应进行下列项目：

(1) 拆卸轮胎，按轮胎标准测量胎面花纹磨耗、周长及断面宽的变化，作为换位和搭配的依据。

(2) 轮胎解体检查:

- ①胎冠、胎肩、胎侧及胎内有无内伤、脱层、起鼓和变形等现象。
- ②内胎、垫带有无咬伤、折皱现象,气门嘴、气门芯是否完好。
- ③轮辋、挡圈和锁圈有无变形、锈蚀,并视情况涂漆。
- ④轮辋螺栓承孔有无过度磨损或损裂现象。

(3) 排除解体检查所发现的故障后,应进行装合和充气。

(4) 高速车应进行轮胎的动平衡试验。

(5) 按规定进行轮胎换位。

(6) 若发现轮胎有不正常的磨损或损坏,应查明原因,予以排除。
完成上述作业后,应填写维护记录。

(三) 轮胎的换位

厂家一般推荐 8 000~10 000km,应将轮胎换位一次。

轮胎换位方法常用的有交叉换位法、循环换位法和单边换位法。

四、轮胎的拆装

轮胎拆装是行驶系维护中常见的工作项目之一。

(一) 轮胎拆装机的结构 (图 1-4-2)

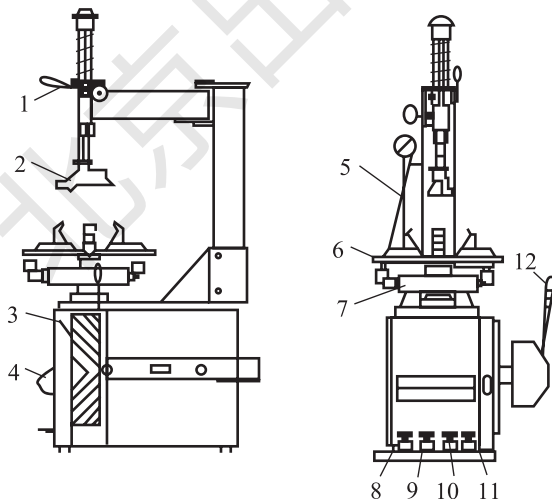


图 1-4-2 轮胎拆装机的结构

- 1—锁紧杠杆;2—拆装机头;3—胎撬;4—前列标志;5—充气管;6—转盘;7—气缸;
8—转盘正转踏板;9—转盘反转踏板;10—撑夹踏板;11—压胎踏板;12—风压铲

(二) 轮胎拆装的注意事项

- (1) 拆卸时,轮胎必须放尽余气。
- (2) 工作气压应保持在 6~8kPa。

- (3) 所有移动保持清洁，必要时用汽油清洁，注意润滑，确保拆装器转动灵活。
- (4) 排放气滤中的积水，确保马达转动皮带松紧适度。
- (5) 安装轮胎时，应在轮胎边上涂上少量润滑油脂或滑石粉以免断裂轮边。
- (6) 拆装时，应注意定位爪不要紧贴钢圈，以免擦掉钢圈油漆。



拓展知识

轮胎气压监测系统

一、轮胎气压监测系统说明

轮胎气压监测系统（TIMS）是一种高性价比的间接轮胎监测系统，如图 1-4-3 所示。当某一个轮胎气压太低时，该系统会提醒驾驶者。该功能由 ABS/TCS/ESP 系统内部软件控制实现，主要数据来自轮速传感器。TIMS 系统由四个轮速传感器、算法逻辑、复位开关低压指示灯组成。

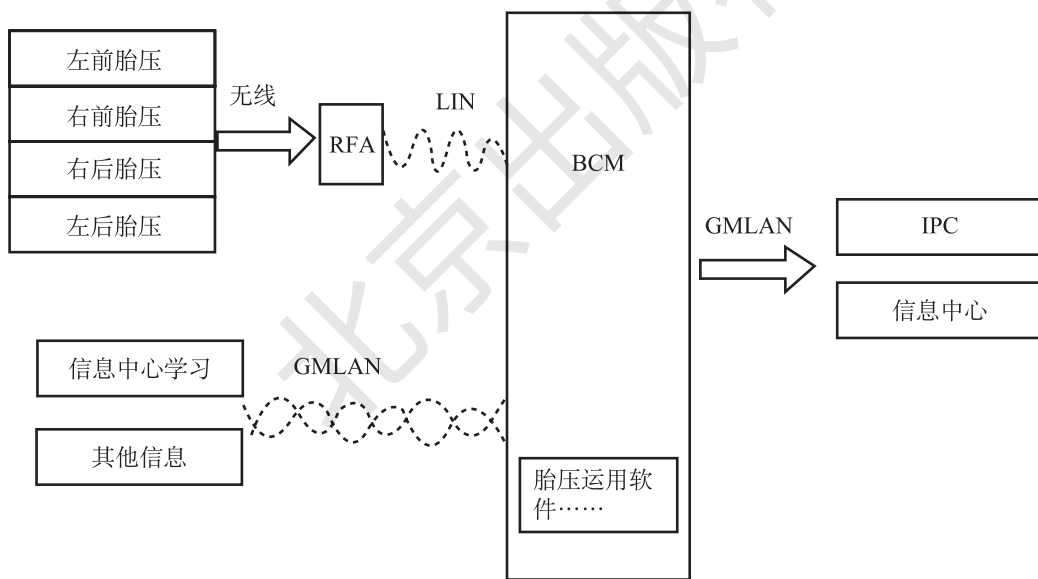


图 1-4-3 轮胎气压监测系统

TIMS 系统有两个不同的运行模式：标定模式和侦测模式。

标定模式操作详细说明见轮胎气压监视器重设定程序。

在侦测模式中，TIMS 根据四个轮子的轮速差判断是否有轮胎漏气，压力下降 30% 的典型轮速差为 0.2%~0.5%，正常情况下，TIMS 系统能实现下述目标：

一个轮胎气压下降 30%，5 分钟内报警；

一个轮胎气压下降 50%，3 分钟内报警。

在以下情况中，TIMS 的报警时间会延长甚至失败。

- ①不平路面（坏路、对开路面等）。
- ②车辆载荷极不平衡。
- ③同时多个轮胎漏气。
- ④非原厂轮胎。

需要特别说明的是，TIMS 系统是一个便利系统，而不是一个安全示警系统，因此不能完全替换正常轮胎检查。它也无法判断哪一个轮胎漏气，甚至在下述情况下，TIMS 会挂起：

- ①车速低于 15km/h。
- ②刹车或加速行驶（减 / 加速度 $> 0.1g$ ）。
- ③转弯时（侧向加速度 $> 0.1g$ ）。
- ④车辆处于 ABS / TCS / ESP 控制中。
- ⑤传感器或 ECU 出现内部故障。

二、轮胎气压监视系统电路说明

车辆静止时，传感器内部加速计未启动，每 30 秒采样一次，如果轮胎气压不变，则不进行发射。车速 $\geq 20\text{km/h}$ ，离心力启动传感器内部加速计，传感器进入滚动模式。如果 BCM 的电源被断开，气压传感器识别码都被保留，但所有的轮胎气压信息都将丢失。此时，驾驶员信息中心将显示破折号，且将为每个轮胎指示一个默认的轮胎气压值 1 020kPa。当车辆以高于 20km/h 的速度行驶至少 2 分钟后，将启动传感器，使驾驶员信息中心显示当前轮胎气压。车身控制模块在轮胎气压监测系统中检测到故障，设置一个 DTC（诊断故障代码），组合仪表上的轮胎气压监测指示灯图标将闪烁 1 分钟。在下次点火开关置于 ON 之后，指示灯图标将保持点亮。如检测到任何故障，驾驶员信息中心将会显示一个维修轮胎监测系统的信息。传感器安装在轮胎内部，发送带有识别信息、压力和温度的 RF 信号。遥控功能执行器模块（RFA）能接收传感器的信号，但没有进一步处理信号的能力，只是简单地把传感器的数据发送给 BCM，由 BCM 中的应用软件按照相应的运算法则来进行处理。最后由 BCM 将相应信息发送给仪表盘和驾驶员信息中心。

学习任务五 悬架的故障诊断



相关知识

一、悬架的组成

悬架一般由弹性元件、减震器和导向机构三部分组成，它们分别起着缓冲、减震、导向和传递力及力矩的作用。

二、悬架的类型

根据汽车悬架结构的不同，通常将悬架分为独立悬架和非独立悬架两大类。

（一）独立悬架

1. 双叉式独立悬架

它一般是上、下两个控制臂支承装有车轴的转向节，在上、下控制臂之间安装减震器。这种悬架可通过自由设定控制臂长度来使汽车具有良好的转弯性能、直线行驶性能及乘坐舒适性能，如图 1-5-1 所示。

2. 撑杆式独立悬架

因为减震器兼作悬架支柱，故将这种方式称为撑杆式悬架，如图 1-5-2 所示。用于前轮时，称为麦弗逊式撑杆式悬架；而用于后轮时，被称为查普曼式撑杆式悬架。其结构是将装有减震器撑杆的上端安装在车身上，下端借助于控制臂与车轴连接。这种悬架构件数量少，质量轻，节省空间。



悬架系统的构成



图 1-5-1 双叉式独立悬架



图 1-5-2 撑杆式独立悬架

（二）非独立悬架

非独立悬架的结构特点是两侧的车轮安装在一根整体式车桥上，若一侧车轮因路

面不平跳动，会影响另一侧车轮位置的变化，这样就影响到车身的平稳和高速行驶时车的稳定性，但这种悬架结构简单，制造方便，故被载重汽车普遍采用，如图 1-5-3 所示。



图 1-5-3 非独立悬架

1. 钢板弹簧非独立悬架

采用钢板弹簧作弹性元件，兼起着导向装置的作用，并有一定的减震作用，它大大简化了悬架的结构。钢板弹簧结构简单，具有耐久性，可降低高度，使驾驶室与车厢底板平坦。东风 EQ1092、解放 CA1091 型汽车均采用这种悬架，如图 1-5-4 所示。

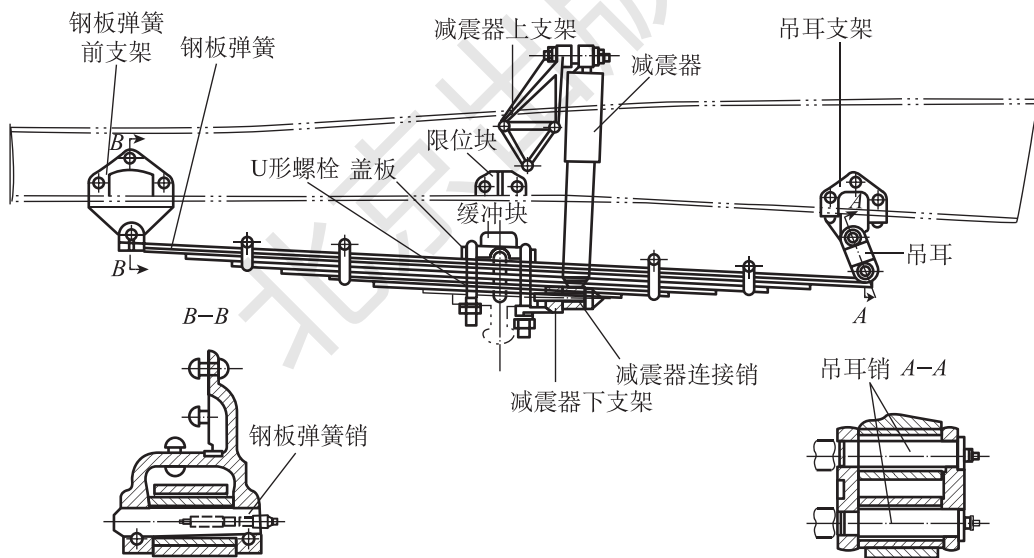


图 1-5-4 解放 CA1091 型汽车的前悬架

2. 螺旋弹簧非独立悬架

它一般只作为轿车的后悬架，螺旋弹簧的上端装在车架上的特制支座上，而下端则固定在后桥壳的座上，并设置有纵横导向杆件，用以传递驱动力、制动力及其力矩、横向力。悬架中还装有减震器，如图 1-5-5 所示。

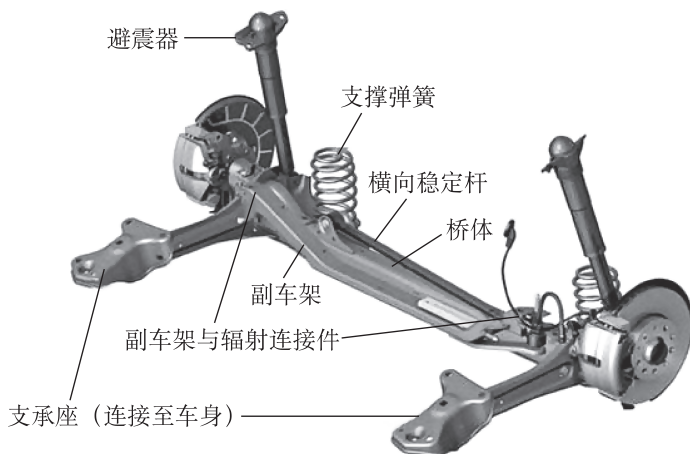


图 1-5-5 螺旋弹簧非独立悬架

三、悬架的主要零部件

（一）弹性元件

汽车悬架的弹性元件包括钢板弹簧、螺旋弹簧、扭杆弹簧、气体弹簧、横向稳定杆等。

1. 钢板弹簧

钢板弹簧是由若干片等宽不等长、弧度不等、厚度相等或不等的钢板弹簧片组合而成的一根近似等强度的弹性梁，如图 1-5-6 所示。



图 1-5-6 钢板弹簧

(1) 卷耳钢板弹簧：卷耳钢板弹簧的第一片最长，称为主片，其两端弯成卷耳，内装衬套，用钢板销与车架连接。为了增加主片及卷耳的强度，常将第二片两端做成加强卷耳，3/4 包在主片卷耳外面。主片与第二片卷耳间通常留有较大间隙，以便主片受力变形时有较大的滑动余地。

(2) 中心螺栓：中心螺栓用以连接各弹簧片，并保证装配时各片的相对位置，且作为钢板弹簧安装到前轴或后桥壳上的定位销。

(3) 钢板夹：钢板夹的主要作用是当钢板弹簧反向变形，即车架离开车桥时，使各片不致互相分开，而将反力传给较多的弹簧片，以免主片单独承载，同时，还可防止各片横向错动。在装配钢板夹时，应将螺栓头朝向车架一面，而使螺母在车轮一面，以防止螺栓松脱时刮伤轮胎。

(4) 片间润滑：为了减小弹簧片磨损，在装合弹簧片时，各片须涂上较稠的石墨润滑脂。有些弹簧片间还夹装塑料衬片或橡胶衬片，也有的将弹簧片装在保护套内，以防止润滑脂流失或尘土污染。

2. 螺旋弹簧

螺旋弹簧是一根钢丝卷成螺旋状的弹簧，如图 1-5-7 所示，它有以下优点：无须润滑，不怕油污，质量小，所占空间不大，具有良好的吸收冲击能力，可改善乘坐舒适性，但它只能承受垂直载荷，且无减震作用。螺旋弹簧悬架被广泛应用于独立悬架。



图 1-5-7 螺旋弹簧

3. 扭杆弹簧

扭杆弹簧是具有扭转弹性的弹簧钢制成的杆，如图 1-5-8 所示，一端固定于车架，另一端与悬架控制臂连接，控制臂则与车轮相连，车轮上下运动时，扭力杆便发生扭曲，起弹簧作用，借以保证车轮与车架的弹性联系。

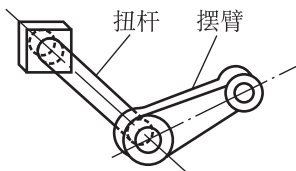


图 1-5-8 扭杆弹簧

4. 气体弹簧

气体弹簧是在密封的容器中充入压缩空气和油液，利用气体的可压缩性实现其弹簧作用的，这种弹簧的弹性是可变的，如图 1-5-9 所示。

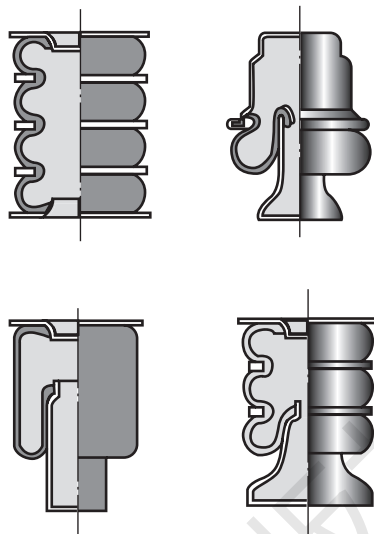


图 1-5-9 空气弹簧

5. 横向稳定杆

横向稳定杆是一根横贯车身下部的弹性扭杆，如图 1-5-10 所示，它横向地安装在汽车上，两侧末端用橡胶衬套与悬架摇臂相连，当一侧前轮与车身的垂直距离减小或增大时，通过横向稳定杆的扭转，减小了车身的倾斜，它的安装使汽车行驶的平顺性、舒适性和操纵稳定性得到了较大的提高。

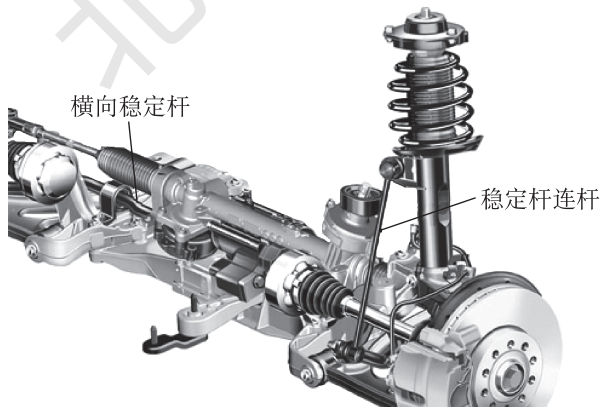


图 1-5-10 横向稳定杆

（二）减震器

减震器的作用就是迅速衰减汽车行驶中产生的振动，以提高汽车的行驶平顺性。

减震器的工作原理就是利用液体流动的阻力来消耗振动的能量，使振动消失。

减震器的结构是带有活塞杆的活塞插入筒内，筒内充满油液，活塞上有节流孔，活塞杆伸缩时，油液通过节流孔。具有黏性的油液通过节流孔产生阻尼力，利用活塞移动速度来改变阻尼力，即减震器若缓慢动作，活塞移动速度小，阻尼力就小，反之，阻尼力就大；而节流孔越大，阻尼力越小，反之，阻尼力越大；而油液黏度越大，阻尼力越大。减震器的构造如图 1-5-11 所示。

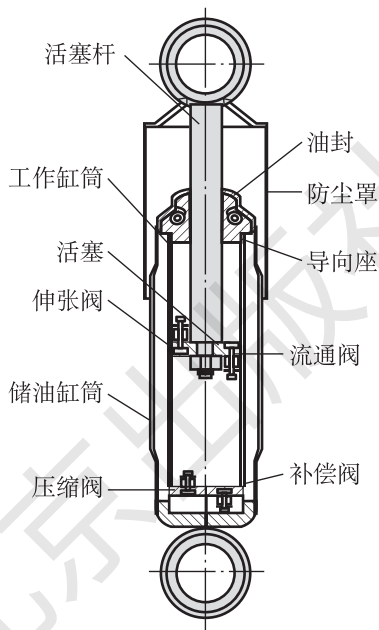


图 1-5-11 减震器的构造

双向作用筒式液力减震器能在压缩和伸张两个行程内均起减震作用。

它一般由几个同心钢筒、几个阀门和一些密封件等组成。里面的钢筒为工作缸，工作缸筒内装有活塞，活塞上装有伸张阀和流通阀。在工作缸筒下端的支座上装有压缩阀和补偿阀，流通阀和补偿阀是单向阀，较小的油压即可打开或关闭。伸张阀和压缩阀也是单向阀，需要较大的油压才能打开，而油压稍降低，阀门即可关闭。

双向作用筒式液力减震器的工作过程：

①压缩行程：活塞下移，使下腔室容积减小，油压升高，油液经流通阀进入活塞上腔室。由于活塞杆占去了上腔室的一部分容积，故上腔室增加的容积小于下腔室减小的容积，致使下腔室油液不能全部流入上腔室，多余的油液压开压缩阀流入贮油缸筒，由于流通阀和压缩阀的弹簧较软，能使油液流动的阻尼力不致过大，所以在压缩行程，能使钢板弹簧充分发挥缓冲减震作用。

②伸张行程：活塞上移，使上方腔室容积减小，油压升高，上腔室油液推开伸张阀流入下腔室。由于活塞杆的存在，下腔室形成一定的真空度，贮液缸筒内的油液在真空度的作用下，推开补偿阀流入下腔室，由于伸张阀弹簧刚度和预紧力比压缩阀大，且伸张行程时的油液通道面积小，所以在伸张行程产生的最大阻尼力远远超过了压缩行程内的最大阻尼力。减震器这时充分发挥减震作用，保护钢板弹簧不被拉坏。

四、悬架的检修

（一）钢板弹簧的检修（以 EQ1092 型汽车前悬架为例）

1. 钢板弹簧的拆卸与装配

（1）拆卸

- ①用楔块掩住后轮，用千斤顶顶起车架前端并支牢。
- ②拧下减震器上、下端紧固螺母，拆下减震器总成。
- ③拧下 U 形螺栓紧固螺母，取下 U 形螺栓、弹簧盖板及限位块等零件。
- ④拆下前钢板弹簧销定位螺栓，并用铰头铰出钢板弹簧销使钢板弹簧与固定端支架分离。

⑤拆下滑板支架上的钢板弹簧限位螺栓及销套，取下前钢板弹簧总成。

⑥拆下钢板弹簧夹箍螺栓及中心螺栓，使各片弹簧分离，并逐片进行检查。

（2）装配

①清除钢板弹簧上的泥污及锈迹，并在各片弹簧之间涂抹石墨润滑脂。

②对正各片钢板弹簧的中心螺栓孔，紧固好中心螺栓（同一车桥左、右钢板弹簧总成的弹簧片数应相等，总厚度差应不大于 5.0mm，弧高相差应不大于 10mm，片间错位不得超过 2.5mm）。

③安装钢板弹簧夹箍套管及夹箍螺栓，夹箍内侧应有 0.7~1.0mm 的间隙，夹箍套管与钢板弹簧顶面距离应为 1~3mm，以保证各片弹簧自由收缩，夹箍螺栓应从远离轮胎的一侧穿入，以防使用中螺栓窜出刮伤轮胎。

④将衬套压装到钢板弹簧的卷耳中，用钢板弹簧销将钢板弹簧与车架上的固定端支架相连接，并装好弹簧销定位螺栓（前钢板弹簧）或楔形锁销（后钢板弹簧）。

⑤用钢板弹簧销定位螺栓及限位销套，将弹簧支承到滑板端支架上，钢板弹簧两侧与固定支架的间隙大于 1.0mm 时，应在两侧加垫片调整。

⑥放好钢板弹簧限位块、盖板、前轴及减震器下支架，按规定力矩拧紧前悬架 U 形螺栓，并装好减震器。

⑦放好垫板、副钢板弹簧、盖板、后桥、U 形螺栓及底板，按规定力矩拧紧后悬架 U 形螺栓。

2. 钢板弹簧的检修

用弹簧试验器、样板、新旧对比、直观检视等方法检验。

当钢板弹簧出现裂纹、折断或弧高、曲率半径发生明显变化时，应换用新件。在更换钢板弹簧时，其长度、宽度、厚度及弧高应符合原厂要求。

钢板弹簧夹箍及固定支架出现裂纹，应予更换。

弹簧夹箍铆接松动时应重新铆紧。

钢板弹簧销衬套磨损超过 1.0mm，应更换新衬套。

钢板弹簧 U 形螺栓丝扣损伤超过 2 牙或产生裂纹时也应予以更换。

（二）减震器的检修

用手推拉减震器活塞杆时，应有较大的运动阻力，全行程阻力大小应均匀，不得有空行程及卡滞现象，且伸张行程的阻力大于压缩行程的阻力，否则，应更换减震器。减震器有轻微漏油时，可继续使用；严重漏油时，须换用新件，不允许添加减震器油继续使用。

（三）螺旋弹簧式悬架的检修（以上海桑塔纳轿车前悬架为例）

上海桑塔纳轿车前悬架采用的麦弗逊悬架是一种车轮沿摆动主销轴线移动的独立悬架。前悬架由双向式前减震器、螺旋弹簧、悬架柱焊接件、聚氯脂缓冲垫、橡胶防尘罩和金属橡胶止推轴承组合件组成。筒式减震器上端用螺栓和橡胶垫圈与车身连接，下端通过球铰链与悬架摆臂连接，螺旋弹簧套在筒式减震器外面。

当螺旋弹簧自由长度明显减小、弹力明显下降或出现裂纹时，应更换新件（同一车桥两边的螺旋弹簧最好同时更换）。减震器护罩、限位缓冲块及波纹管老化、破裂，推力轴承转动不灵活，前悬架轮毂轴承壳出现裂纹或轮毂轴承座孔与轴承配合松旷，横向稳定杆及其固定夹出现明显变形及裂纹，各橡胶支承衬套损坏等，均应更换新件，拆卸后各自的锁紧螺母也应予以更换。

五、悬架常见故障的诊断与排除

（一）钢板弹簧折断

1. 故障现象

汽车在行驶时，方向定向跑偏；停车检查时，车身向一侧倾斜。

2. 故障原因

（1）车辆在不平路面上超载、超速运行，或转弯时车速过快，负荷突然增大。

（2）车辆长期超载或装载不均匀状况下使用，在封存车辆时，未按规定解除钢板弹簧的负荷。

（3）维护不及时，钢板弹簧片之间润滑不良或根本无润滑，使钢板弹簧片间的相对移位能力降低，从而造成承载能力下降而断裂。

(4) U形螺栓松动, 负荷集中在钢板弹簧上面几片, 使上面几片容易断裂。

(5) 更换的新钢板弹簧片曲率与原片曲率不同。

(6) 汽车紧急制动过多, 或在满载下坡时, 使用紧急制动使汽车负荷前移。前钢板弹簧突受额外负荷, 造成钢板弹簧的一、二片断裂。

3. 故障的诊断与排除

(1) 当汽车行驶中听到“呱嗒、呱嗒”的金属撞击声, 应将车辆支起, 使钢板弹簧处于自由状态, 在钢板弹簧支架端用撬棒上下撬动钢板弹簧, 若能撬动, 说明钢板弹簧销、衬套、吊环支架间的间隙过大。

(2) 若汽车在正常装载条件下行驶, 车架与钢板弹簧之间发生撞击, 当行驶在不平路面上时, 产生的异响更大, 则应将车辆支起, 使弹簧处于自由状态, 测量弹簧弧高, 若不符合规定, 或钢板弹簧反垂、钢板弹簧软垫破裂, 则钢板弹簧因疲劳而失效, 应更换。

(二) 减震器失效

1. 故障现象

汽车在不平路面上行驶, 车身强烈震动并连续跳动, 有时在一定范围内会发生“摆头”现象。

2. 故障原因

(1) 减震器连接销(杆)脱落或橡胶衬套(软垫)磨损破裂。

(2) 减震器油量不足或存有空气。

(3) 减震器阀门密封不良。

(4) 减震器活塞与缸筒磨损过量, 配合松旷。

3. 故障的诊断与排除

(1) 检查减震器连接销(杆)、橡胶衬垫、连接孔是否有损坏、脱落、破裂, 若有, 应及时维修或更换。

(2) 察看减震器是否有漏油和陈旧性漏油痕迹。

(3) 用力按汽车保险杆, 手放松, 若车身能有二三次跳跃, 说明减震器良好, 反之, 故障在减震器内部, 应拆下维修。

(三) 减震器漏油

1. 故障现象

在减震器油封处或活塞连杆处有漏油痕迹。

2. 故障原因

(1) 油封垫圈、密封垫圈破裂, 贮油缸盖螺母松动。

(2) 减震器活塞杆弯曲或表面拉伤, 破坏了油封。

3. 故障的诊断与排除

(1) 拧紧贮油缸盖螺母, 若仍有油液漏出, 则是油封或密封垫圈失效。

(2) 更换新密封件后仍漏油, 则应拉压减震器, 若感到发卡、轻重不一, 则应进一步检查活塞杆是否弯曲, 表面是否有划痕。



拓展知识

电控悬架

传统的汽车悬架一般具有固定的弹簧刚度和减震阻尼力, 它只能保证在一种特定的道路状态和速度下达到性能最优, 因而并不能同时满足汽车行驶平顺性和操纵稳定性的要求。例如, 降低弹簧刚度, 平顺性会更好, 乘坐更舒适, 但会使操纵稳定性变差; 相反, 增加弹簧刚度虽可提高操纵稳定性, 但会使车辆对路面的不平度更敏感, 使平顺性降低。因此, 理想的悬架系统应在不同的行驶条件下具有不同的弹簧刚度和减震器阻尼力, 以同时满足平顺性与操纵稳定性的要求。电控悬架系统就是这种理想的悬架系统, 它通过对悬架系统参数进行实时控制, 使悬架的刚度、减震器的阻尼系数、车身高度能随汽车的载荷、行驶速度、路面状况等行驶条件变化而变化, 使悬架性能总是处于最佳状态(或其附近), 同时满足汽车的行驶平顺性、操纵稳定性等方面的要求。

一、电控悬架的分类

现代汽车电控悬架系统有多种形式, 根据控制目的的不同, 可分为车高控制系统、刚度控制系统、阻尼控制系统、综合控制系统等形式; 按悬架系统结构形式, 可分为电控空气悬架系统和电控液压悬架系统; 根据控制系统有源或无源, 可分为半主动悬架和全主动悬架。半主动悬架是指悬架元件中的弹簧刚度和减震力之一可以根据需要进行调节, 全主动悬架则能根据需要自动调节弹簧刚度和减震力。可见, 全主动悬架的各种性能都明显优于半主动悬架和被动悬架。而按弹簧的类型, 主动悬架可分为空气弹簧主动悬架和油气弹簧主动悬架。

二、电控空气悬架的组成及工作原理

1. 电控空气悬架的组成

电控空气悬架主要由电控系统(控制单元、车身加速度传感器、车身水平传感器等)和空气悬架系统(空气压缩机、空气弹簧等)及执行器(电磁阀体总成、显示和操作单元等)三部分组成, 如图 1-5-12 所示。

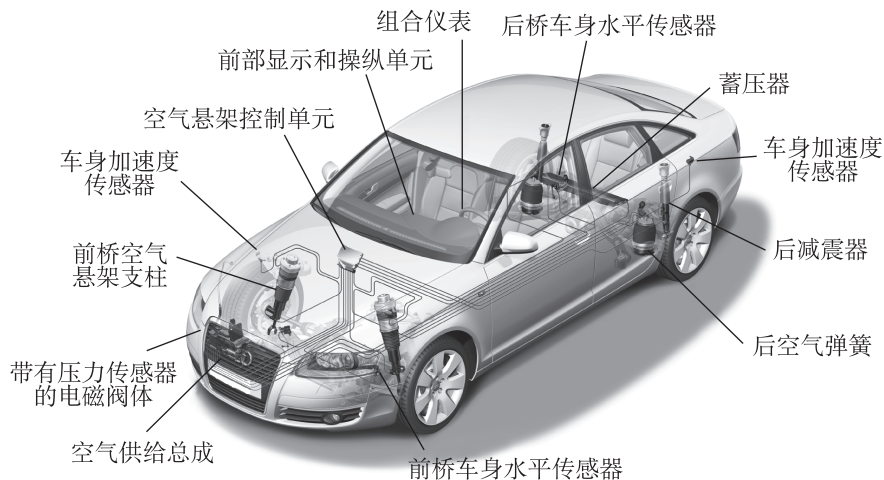


图 1-5-12 电控空气悬架的组成

2. 电控空气悬架的工作原理

电控空气悬架的控制系统根据汽车行驶状况，由悬架控制开关、车速传感器、转向传感器、制动灯开关等部件获得的信息传递给悬架 ECU，ECU 经过计算并与设定值进行比较后发出控制信号使执行器工作，带动减震器的阻尼调节杆和回转阀转动来调节减震器阻尼力的大小，同时也带动空气弹簧气压缸的气阀控制杆旋转，从而改变悬架弹簧的刚度。

对车身高度的控制是由 ECU 通过模式选择开关，车身高度传感器、车速传感器和门控灯开关等部件获得有关信息，经过计算并与设定值进行比较后发出控制信号使空气压缩机工作，给空气弹簧充气来提高车身高度或使排气电磁阀通电，打开电磁阀使空气弹簧排气来降低车身高度。

三、电控悬架的主要零部件及其工作原理

1. 悬架控制开关（模式选择开关）

凌志 LS400 乘用车悬架控制开关由 LRC 开关和高度控制开关组成。两开关都装在中央控制板靠近驾驶座换挡杆指示灯处。LRC 开关用于选择减震器和空气弹簧的工作模式（NORMAL AUTO）或（SPORT AUTO）；高度控制开关用于选择车身高度（NORMAL 或 HIGH）。LRC 开关还可以选择悬架的刚度和阻尼力。

当 LRC 开关处于 SPORT 位置时，系统会进入“高度行驶（硬状态）自动控制”；当 LRC 开关处于 NORMAL 位置时，系统对悬架刚度和阻尼进行常规值自动控制状态。此时，悬架 ECU 根据车速传感器传入的信号，使悬架的刚度和阻尼力自动调整为软、中等或硬的某种状态。高度控制开关在选择车身高度时，当开关处于 HIGH 位置时，系统对车身高度进行“高值自动控制”；当开关处于 NORMAL 位置时，车身高度则进入“常规值自动控制”状态。

2. 车身高度传感器

该传感器安装在车身与车桥之间，用来检测车身高度的变化和因道路不平而引起的悬架位移量，并将其转化为电信号传送给悬架 ECU。ECU 根据输入的信号，控制空气压缩机工作或排气阀的开启，以增加或减少空气悬架主气室中的空气量，保持车身高度为需求值。车身高度传感器有光电式和霍尔效应式两种。

光电式车身高度传感器由 4 对遮光器和圆盘组成，如图 1-5-13 所示，每对遮光器又由发光二极管和光敏晶体管组成。开有槽的圆盘与转轴一起旋转，转轴通过连杆与悬架的摆臂相连。圆盘装在遮光器的发光二极管和光敏晶体管之间。

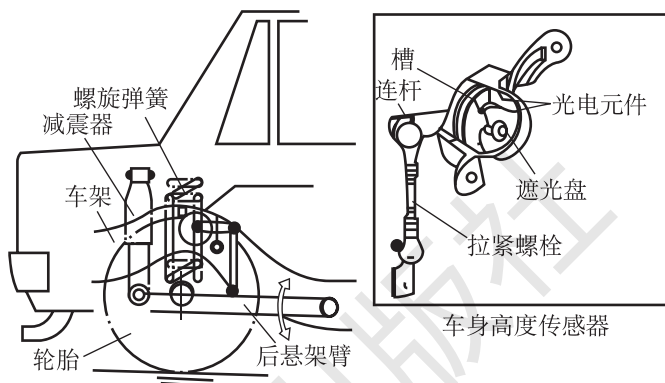


图 1-5-13 光电式车身高度传感器

当车身高度发生变化时，连杆随摆臂上下摆动，带动转轴和圆盘转动，从而不断接通和遮断光电信号，随着车身高度的不断变化，遮光器输出通 / 断脉冲信号检测车身高度，并将信号转换成串行数据送至悬架 ECU。

3. 转向传感器（图 1-5-14）

转向传感器安装在转向轴上，它的功用是检测转弯方向和转向角度。

转向传感器的外壳固定在转向轴主管上，壳内有两对遮光器，每对遮光器有 1 个发光二极管和 1 个光敏晶体管。沿圆周方向开有等距离槽的圆盘压装在转向轴上，圆盘处于发光二极管和光敏晶体管之间。

转向传感器的工作原理与车高传感器的工作原理相同。当圆盘随转向轴转动时，两对遮光器的输出端则进行通 / 断信号输出，并利用通 / 断信号变换速度检测出转向轴的速度。同时，两对遮光器的通 / 断变换相位错开 90° ，因此，通过判断哪个遮光器首先转变为“通”状态，即可检测出转向轴的转动方向。

4. 悬架控制执行器

电控空气悬架控制执行器的功用主要是通过调节减震器的阻尼力和空气弹簧的压力来调整悬架刚度，从而控制车身高度和空气弹簧弹性。采用空气弹簧的电控悬架，其控制执行器如图 1-5-15 所示。

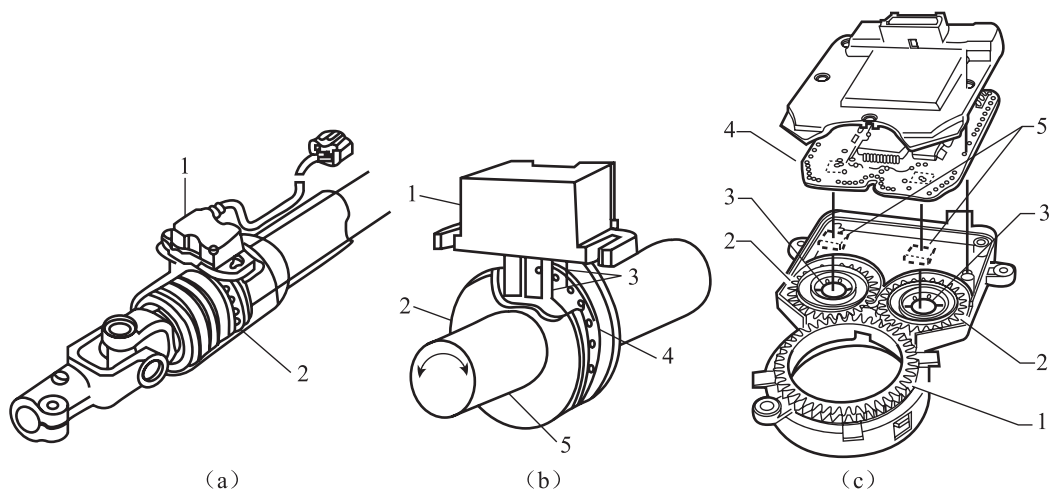


图 1-5-14 转向传感器的结构

1—齿轮；2—测量齿轮；3—磁铁；4—判断电路；5—各向异性磁阻集成电路

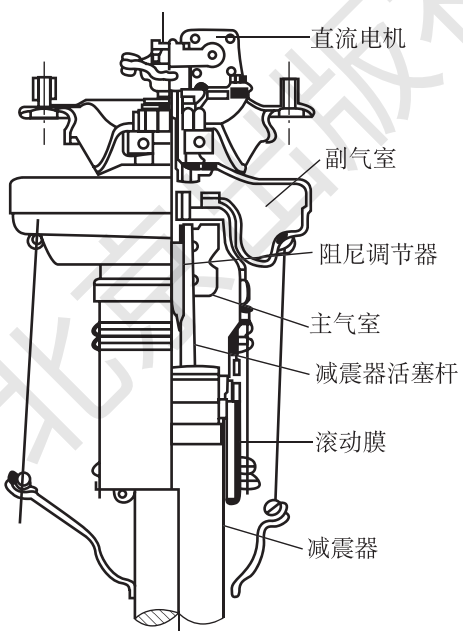


图 1-5-15 悬架控制执行器

悬架控制执行器安装在空气弹簧与减震器总成的上部，由驱动电机、传动齿轮、小齿轮和两根输出轴组成。

两根输出轴分别驱动减震器回转阀控制杆和空气弹簧空气阀控制杆。各减震器内均设有回转阀，回转阀在控制杆的带动下旋转，当回转阀转角发生变化时，减震器的阻尼力随之发生变化。空气弹簧的空气阀在控制杆的驱动下，打开或关闭空气弹簧气室与高度控制阀的通道，使压缩空气进入或排出，从而改变空气弹簧的刚度及车身高度。

5. 高度控制阀和排气阀

高度控制阀和排气阀的结构完全相同，都是由电磁线圈、柱塞、活动铁芯等组成。两者的功用都是用来调节车身高度和空气弹簧的刚度，区别在于安装位置不同。高度控制阀有 4 个，安装在空气管和空气弹簧气室之间，控制压缩空气的通断。排气阀只有 1 个，安装在空气管与大气之间，控制压缩空气与大气的通断。

丰田凌志 LS400 中的 1 号高度控制阀用于前悬架的控制，它有 2 个高度控制阀分别控制前桥的左、右空气弹簧。2 号高度控制阀用于后悬架的控制，它与 1 号高度控制阀不同的是 2 个高度控制阀不是单独工作。为了防止空气管路中产生不正常压力，2 号高度控制阀中有一个溢流阀。丰田凌志 LS400 电控悬架的空气管路如图 1-5-16 所示。

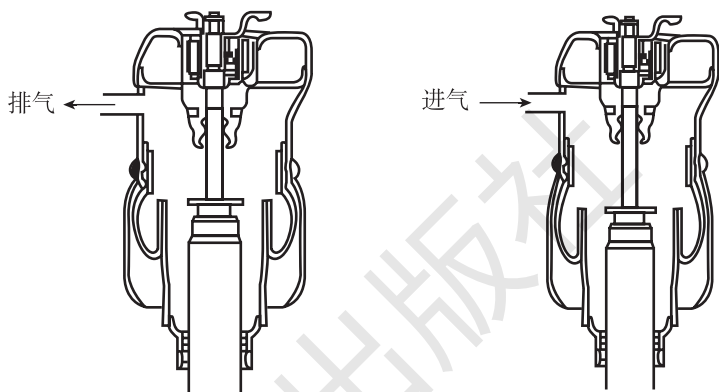


图 1-5-16 丰田凌志 LS400 电控悬架的空气管路

6. 电控悬架的气源装置（图 1-5-17）

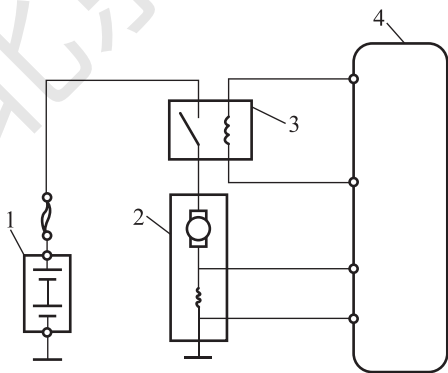


图 1-5-17 气源装置

1—蓄电池；2—压缩机电动机；3—1 号高度控制继电器；4—悬架 ECU

气源装置由直流电动机、单缸空气压缩机、干燥器和排气阀等组成。直流电动机由悬架 ECU 控制，驱动空气压缩机产生压缩空气。压缩空气在进入空气管路之前要经过干燥器去除水分。排气阀可将空气弹簧中的压缩空气排至大气中。空气弹簧排气时也通过干燥器，以保持化学干燥剂的干燥。